



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Dissertação de Mestrado

**A COBERTURA FLORESTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO FORTALEZA EM
BLUMENAU/SC FRENTE À ANTROPIZAÇÃO DA PAISAGEM**

Lucas da Silva Rudolpho



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Lucas da Silva Rudolpho

**A COBERTURA FLORESTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO FORTALEZA EM
BLUMENAU/SC FRENTE À ANTROPIZAÇÃO DA PAISAGEM**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina,
como um dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof^a Dra. Alina Gonçalves Santiago
Co-orientador: Prof. Dr. Renato Tibiriçá de Saboya

Florianópolis, 2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rudolpho, Lucas da Silva

A cobertura florestal da Bacia do Ribeirão Fortaleza em Blumenau/SC frente à antropização da paisagem [dissertação] / Lucas da Silva Rudolpho ; orientadora, Alina Gonçalves Santiago ; co-orientador, Renato Tibiriçá de Saboya. - Florianópolis, SC, 2012.
170 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Cobertura Florestal. 3. Antropização. 4. Geoprocessamento. 5. Ecologia da Paisagem. I. Santiago, Alina Gonçalves. II. Saboya, Renato Tibiriçá de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

Lucas da Silva Rudolpho

A COBERTURA FLORESTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO FORTALEZA EM
BLUMENAU/SC FRENTE À ANTROPIZAÇÃO DA PAISAGEM.

Esta dissertação foi julgada e aprovada perante banca examinadora de trabalho final, outorgando ao aluno o título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração Projeto e Tecnologia do Ambiente Construído, linha de pesquisa Comportamento Ambiental do Espaço Urbano e das Edificações, do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Ayrton Portilho Bueno, Dr.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação

Banca Examinadora:

Alina Gonçalves Santiago, Dra.
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Renato Tibiriçá de Saboya, Dr.
Co-orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Carlos Loch, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Ayrton Portilho Bueno, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Sandra Irene Momm Schult, Dra.

Universidade Federal do ABC

Florianópolis, 2012.

Aos meus pais Neide e Heriberto, por despertarem em mim a paixão pelas florestas e o desejo em protegê-las.

À Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza (Blumenau/SC), em cujas florestas, cursos de água e nascentes, encontro motivação para lutar por uma relação mais harmoniosa do homem com a natureza.

AGRADECIMENTOS

Uma pesquisa nunca chega ao fim com o esforço de uma única pessoa. Neste sentido, gostaria de expressar aqui os meus agradecimentos:

Ao amigo Ricardo Furghieri, pelo companheirismo e apoio de sempre.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Alina Gonçalves Santiago e ao co-orientador Prof. Dr. Renato Tibiriçá de Saboya pelo acolhimento, incentivo e aprendizado.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Ayrton Portilho Bueno, Prof. Dr. Carlos Loch, e Prof. Dra. Sandra Irene Momm Schult pelas contribuições e por toda ajuda dispensada.

Ao Prof. Dr. Júlio César Refosco e ao bolsista Guilherme Braghirolli pelo acompanhamento nos trabalhos relacionados ao geoprocessamento.

Aos técnicos da Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Defesa Civil de Blumenau pelo acesso aos materiais disponíveis.

Ao Prof. Dr. Alexander Vibrans, pelos esclarecimentos sobre o processo de antropização da paisagem da Bacia do Rio Itajaí (SC).

À Larissa Carvalho Trindade, pelas conversas e bibliografias sobre Ecologia da Paisagem.

Ao grupo de pesquisa em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicados à Análise Ambiental da FURB, em especial aos Profs. Dra. Cristiane Mansur e Dr. Gilberto Friedenreich dos Santos, pela oportunidade de pesquisa durante a graduação.

À Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, em especial à Prof. Dra. Sandra Irene Momm Schult, pelas oportunidades de pesquisa e aprendizagem sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC).

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFSC pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior - FUMDES, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que, de alguma forma ou de outra, contribuíram com o fornecimento de informações, as quais foram fundamentais para que o desejo desta pesquisa fosse concretizado.

**Mit den ersten Bäumen,
die gefällt wurden,
begann die Kultur.**
(Com as primeiras árvores derrubadas, começou a civilização).

**Mit den letzten Bäumen,
die gefällt werden,
endet sie.**
(Com as últimas árvores derrubadas, terminará a civilização).

Hermann Hesse

RESUMO

Desde o início do processo de colonização do município de Blumenau até os dias atuais, ocorreram mudanças significativas na paisagem. Uma das mais radicais diz respeito às modificações nos padrões de uso e ocupação do solo, dando a cobertura florestal lugar à agricultura, pastagens e urbanização. Considerando a importância ambiental, social e econômica das florestas, e a ausência de informações temporais quantitativas sobre a sua situação, sente-se a profunda necessidade de analisar este processo de transformação, servindo de base para propostas futuras de planejamento e gestão. Com base nestas premissas, a presente pesquisa teve como objetivo analisar a cobertura florestal da Bacia do Ribeirão Fortaleza em Blumenau/SC frente à antropização da paisagem (1972-2009), utilizando técnicas de geoprocessamento e medidas de ecologia da paisagem. O percurso metodológico adotado foi dividido em quatro etapas: a) *Revisão bibliográfica*, a qual objetivou contextualizar a temática abordada, através da revisão dos conceitos e métodos de ecologia da paisagem, apresentação da legislação ambiental brasileira sob o aspecto da proteção da cobertura florestal, e contextualização dos aspectos socioeconômicos, físico-naturais e históricos da área estudada; b) *Coleta de dados*, a qual buscou coletar os materiais disponíveis que pudessem servir de base para elucidar o processo de antropização da paisagem da bacia, tais como fotografias aéreas, ortofotos e imagem de satélite; c) *Elaboração de mapas temáticos dos aspectos físico-naturais*, entre os quais mapas temáticos de ocupação do solo para os anos de 1972, 1981, 1993, 2003 e 2009, interpretados visualmente a partir de mosaicos fotogramétricos e de imagem de satélite, com o auxílio do software ArcGis 10; e d) *Análise quantitativa da estrutura da paisagem*, a qual consistiu na submissão das classes temáticas de ocupação do solo ao software V-LATE 2.0 para a quantificação e extração das medidas da ecologia da paisagem. Os resultados obtidos revelaram mudanças quantitativas importantes na estrutura da paisagem da Bacia no período de 37 anos e demonstraram o potencial das técnicas de geoprocessamento e das medidas da ecologia da paisagem para a análise, planejamento e gestão dos recursos naturais. Entre os principais resultados encontrados destacam-se: diminuição das áreas de agricultura/pastagem; aumento das áreas urbanizadas; redução da cobertura florestal após 1981; melhora na soma e densidade das bordas florestais após 1981; melhora das formas florestais após 1993; e aumento do distanciamento das manchas florestais após 1981. Como resposta às situações detectadas, recomenda-se além da conservação da cobertura florestal existente, a adoção de medidas capazes de minimizar os efeitos da fragmentação e do isolamento das manchas florestais da Bacia, tais como a implantação de uma rede de corredores verdes e uma maior permeabilidade da paisagem.

Palavras-chave: Cobertura florestal. Antropização. Geoprocessamento. Ecologia da paisagem.

ABSTRACT

Since the early colonization process of the city of Blumenau until the present days, significant changes have taken place in the landscape. One of the most radical changes is the modification of the patterns of soil usage and occupation, whereby the forest cover gave place to agriculture, pastures and urbanization. Taking into account the environmental, social and economic importance of the forests, the lack of temporal, quantitative information on the situation, it is necessary to examine this transformation process to provide the basis for future proposals of planning and management. Based on these assumptions, this research had the objective of examining the forest cover in the basin of the Fortaleza River in Blumenau/SC, in the face of landscape anthropization (1972-2009), using geoprocessing techniques and landscape ecology measurements. The adopted methodological approach was divided into four stages: a) *Literature review*, to contextualize the issue under study by means of reviews of landscape ecology concepts and methods, a presentation of the Brazilian environmental legislation under the aspects of forest cover protection, contextualization of the socioeconomic, physical/natural and historical aspects of the area under study; b) *Data collection*, to gather the available materials that would help elucidate the anthropization process of the basin landscape, such as aerial photos, orthophotos, and satellite images; c) *Development of thematic maps of the physical and natural aspects*, among them thematic maps of the soil occupation in the years of 1972, 1981, 1993, 2003 and 2009, visually interpreted from photogrammetric mosaics and satellite images, with the help of software ArcGis 10; and d) *Quantitative analysis of the landscape structure*, which consisted of the submission of the thematic classes of soil occupation to software V-LATE 2.0 for quantification and determination of the measures of the landscape ecology. The results obtained revealed important quantitative changes in the structure of the Basin during the 37 years period and the potentialities of the geoprocessing techniques and measurements of the landscape ecology for the assessment, planning and management of natural resources. Among the major findings, we can cite: reduction of agriculture/pasture areas; increase of urbanized areas; reduction of the forest cover after 1981; increase of the amount and density of the forest edges after 1981; improvement of the forest shapes after 1993; and increased distance between the forest patches after 1981. As a response to the situations found, it is recommended that besides the preservation of the existing forest cover, the adoption of measures capable of minimizing the effects of fragmentation and isolation of the forest patches of basin, such as the implementation of green corridors and a better permeability of the landscape.

Keywords: Forest cover. Anthropization. Geoprocessing. Landscape ecology.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 01: Representação dos elementos que compõem a estrutura da paisagem.....	31
Fig. 02: BR-470	69
Fig. 03: Rua Francisco Vahldieck.....	69
Fig. 04: Localização da área.	70
Fig. 05: Paisagem da porção central e sul da bacia.	72
Fig. 06: Paisagem da porção norte da bacia.	72
Fig. 07: Rio Itajaí-açú.....	74
Fig. 08: Ribeirão Fortaleza.	74
Fig. 09: Parque Nacional da Serra do Itajaí.	76
Fig. 10: Parque Nacional da Serra do Itajaí.	76
Fig. 11: Primeiros imigrantes de Blumenau.	82
Fig. 12: Chegada dos imigrantes.	82
Fig. 13: Ruas encravadas entre rios e morros.	84
Fig. 14: Mapa da Colônia Blumenau em 1864.	88
Fig. 15: Mapa da Colônia Blumenau em 1872.	89
Fig. 16: Mapa do Município de Blumenau em 1938.	90
Fig. 17: Planta do Município de Blumenau em 1955.	91
Fig. 18: Planta do Município de Blumenau em 1968.	92
Fig. 19: Enchente de 1983.....	96
Fig. 20: Enchente de 1984.....	96
Fig. 21: Enchente em 2011 na região do Terminal Fortaleza.	97
Fig. 22: Enchente em 2011 na região do Terminal Fortaleza.	97
Fig. 23: Deslizamento em novembro de 2008.	98
Fig. 24: Desastre de novembro de 2008.	99
Fig. 25: Desastre de novembro de 2008.	99
Fig. 26: Mosaicos Fotogramétricos de 1972, 1981, 1993, 2003 e Imagem de Satélite Quickbird de 2009.	114
Fig. 27: Mapas Temáticos de Ocupação do Solo dos anos de 1972, 1981, 1993, 2003 e 2009.	115

Fig. 28: Detalhe da evolução da urbanização na porção central da Bacia.	116
Fig. 29: Detalhe da evolução da urbanização na porção norte da Bacia.	117
Fig. 30: Detalhe da ocupação do solo em áreas com declividade <30% - porção central da Bacia.	119
Fig. 31: Detalhe da ocupação do solo em áreas inundáveis - porção sul da Bacia.	120
Fig. 32: Detalhe da ocupação do solo em áreas elevadas - porção leste da Bacia.	121
Fig. 33: Detalhe da ocupação do solo em áreas com declividade >30% - porção norte da Bacia.	122
Fig. 34: Área da classe.	124
Fig. 35: Índice da maior mancha.	124
Fig. 36: Número de manchas.	126
Fig. 37: Tamanho médio das manchas.	127
Fig. 38: Soma das bordas.	129
Fig. 39: Densidade das bordas.	129
Fig. 40: Índice médio de forma.	131
Fig. 41: Distância média do vizinho mais próximo.	132

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Efeito da forma e da borda em algumas características ecológicas..	37
Quadro 02: Materiais disponibilizados pela Secretaria de Planejamento Urbano de Blumenau (SEPLAN) utilizados na pesquisa.....	62
Quadro 03: Medidas utilizadas para a análise quantitativa da estrutura da paisagem.....	66
Quadro 04: Espécies nativas amostradas pelo autor na Bacia do Ribeirão Fortaleza.....	78
Quadro 05: Espécies exóticas amostradas pelo autor na Bacia do Ribeirão Fortaleza.....	79
Quadro 06: Espécies faunísticas registradas pelo autor na Bacia do Ribeirão Fortaleza.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Evolução da população urbana e rural do município de Blumenau	71
Tabela 02: Dados climatológicos de Blumenau.	81
Tabela 03: Relação dos picos de enchentes registradas em Blumenau, desde a sua fundação.	94
Tabela 04: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 1972.	133
Tabela 05: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 1981.	134
Tabela 06: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 1993.	135
Tabela 07: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 2003.	136
Tabela 08: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 2009.	137

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Mapa Temático de Bairros.....	159
APÊNDICE B - Mapa Temático de Sistema Viário.	160
APÊNDICE C - Mapa Temático de Hidrografia.	161
APÊNDICE D - Mapa Temático de Hipsometria.	162
APÊNDICE E - Mapa Temático de Declividade.	163
APÊNDICE F - Mapa Temático de Cheias.	164

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Relação das espécies nativas amostradas na Bacia do Ribeirão Fortaleza.	167
ANEXO B: Relação das espécies exóticas amostradas na Bacia do Ribeirão Fortaleza.	169

LISTA DE SIGLAS

AEMA - Assessoria Especial do Meio Ambiente
ANEAS - Áreas não edificáveis e não aterráveis
APP - Área de Preservação Permanente
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
FAEMA - Fundação Municipal do Meio Ambiente
FISRWG - *Federal Interagency Stream Restoration Working Group*
FURB - Universidade Regional de Blumenau
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPA - Instituto de Pesquisas Ambientais
IPPUB - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Blumenau
MMM - Ministério do Meio Ambiente
PMB - Prefeitura Municipal de Blumenau
RMS - Erros Quadráticos Médios
SAD 69 - *South American Datum 1969*
SEPLAN - Secretaria de Planejamento Urbano de Blumenau
SIG - Sistemas de Informações Geográficas
SIRGAS 2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UTM - Sistema Universal Transversa de Mercator
V-LATE - *Vector-Based Landscape Analysis Tools Extension*
ZPA - Zona de Preservação Ambiental

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	23
1.1 OBJETIVOS	25
1.1.1 Objetivo geral	25
1.1.2 Objetivos específicos	25
1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	25
2. REFERENCIAL TEÓRICO	29
2.1 ECOLOGIA DA PAISAGEM	29
2.1.1 Estrutura da paisagem	30
2.1.1.1 Manchas	31
2.1.1.2 Corredores	32
2.1.1.3 Matriz	33
2.1.2 Análise quantitativa da estrutura da paisagem	34
2.1.2.1 Medidas de área	35
2.1.2.2 Medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas	35
2.1.2.3 Medidas de borda	36
2.1.2.4 Medidas de forma	37
2.1.2.5 Medidas de área central	38
2.1.2.6 Medidas de vizinho mais próximo	38
2.1.2.7 Medidas de diversidade	39
2.1.2.8 Medidas de contágio e espalhamento	39
2.1.3 O geoprocessamento na ecologia da paisagem	40
2.1.3.1 Sensoriamento remoto	40
2.1.3.2 Sistemas de informações geográficas	44
2.1.4 Estudos desenvolvidos sob o enfoque da ecologia da paisagem	45
2.2 LEGISLAÇÃO PERTINENTE	50
2.2.1 Âmbito Federal	50
2.2.2 Âmbito Estadual	56
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	61
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	61
3.2 COLETA DE DADOS	62
3.3 ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS	62
3.4 ANÁLISE QUANTITATIVA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM	65

4. ÁREA DE ESTUDO.....	69
4.1 LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU E DA BACIA DO RIBEIRÃO FORTALEZA	69
4.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS.....	71
4.3 ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS	73
4.3.1 Rede hidrográfica.....	73
4.3.2 Geomorfologia	74
4.3.3 Geologia	74
4.3.4 Vegetação.....	75
4.3.5 Fauna	79
4.3.6 Clima.....	80
4.4 A ANTROPIZAÇÃO DA PAISAGEM	81
4.5 DESASTRES AMBIENTAIS.....	93
4.5.1 Enchentes	93
4.5.2 Deslizamentos de encosta	97
4.6 PLANEJAMENTO URBANO	99
4.6.1 Os Códigos de Posturas de 1883, 1905 e 1923.....	100
4.6.2 O Código de Construções de 1939.....	101
4.6.3 O Código de Posturas de 1948.....	102
4.6.4 O Código de Posturas de 1974.....	103
4.6.5 O primeiro Plano Diretor - 1977	103
4.6.6 A primeira revisão do Plano Diretor - 1989	105
4.6.7 A segunda revisão do Plano Diretor - 1996/1997	106
4.6.8 A terceira revisão do Plano Diretor - 2006.....	107
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	111
5.1 A TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM DA BACIA DO RIBEIRÃO FORTALEZA.....	111
5.1.1 Ocupação do solo 1972/2009	111
5.2 ANÁLISE QUANTITATIVA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM	123
5.2.1 Medidas de área	123
5.2.2 Medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas	126
5.2.3 Medidas de borda	128
5.2.4 Medidas de forma.....	130
5.2.5 Medidas de vizinho mais próximo.....	131

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	141
6.1 QUANTO À TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM DA BACIA DO RIBEIRÃO FORTALEZA.....	141
6.2 QUANTO AOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	143
6.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	144
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 147
 APÊNDICES	 157
 ANEXOS	 165



Capítulo 1 | INTRODUÇÃO

Schizolobium parahyba | Bacia do Ribeirão Fortaleza - Blumenau/SC. Fonte: Arquivo pessoal (2011).

1. INTRODUÇÃO

O processo de antropização da paisagem brasileira caracterizou-se pela falta de planejamento e consequente destruição dos recursos naturais, principalmente das florestas (MARTINS, 2001). A cobertura florestal nativa, representada por diferentes biomas, foi sendo fragmentada, cedendo lugar a outros tipos de usos como agricultura, pastagens e cidades.

Este processo de fragmentação e dizimação das florestas tem provocado inúmeros problemas ambientais, como a extinção de várias espécies da fauna e da flora; mudanças climáticas locais; erosão dos solos e assoreamento dos cursos de água, exatamente porque as funções da cobertura florestal deixaram de ser exercidas, tais como: conservação da biodiversidade; equilíbrio climático; proteção dos solos e encostas; conservação dos recursos hídricos, entre outras.

Devido às importantes funções ambientais, sociais e econômicas prestadas, a cobertura florestal brasileira tem sido amparada por um vasto arcabouço jurídico. Entretanto, na maioria das vezes, nem mesmo o reconhecimento científico sobre a sua importância e a existência do aparato legislativo tem garantido sua preservação.

As florestas primárias do município de Blumenau/SC, das quais atualmente restam poucas manchas significativas preservadas sob a forma de parques e reservas, integram o Bioma Mata Atlântica¹ e pertencem à Floresta Ombrófila Densa. Devido à intensa pressão antrópica sofrida desde o início da colonização, a maior parte da cobertura florestal apresenta-se como vegetação secundária, em diferentes estágios sucessionais e graus de fragmentação.

Frente à dramática situação socioambiental de Blumenau, expressa principalmente pela ocorrência de cheias e deslizamentos, a cobertura florestal assume um papel preponderante na atenuação destes conflitos. A ocupação do solo do município não condiz com a

¹ O Bioma Mata Atlântica compreende um conjunto de formações florestais e ecossistemas associados, abrangendo total ou parcialmente 17 estados brasileiros, dentre eles Santa Catarina. Em 1500, quando os primeiros colonizadores chegaram ao Brasil, a mata atlântica cobria 15% do território brasileiro, área equivalente a 1.306.421 km². Atualmente, está reduzida a 7,84%, cerca de 102.000 km², tornando-se o segundo ecossistema mais ameaçado de extinção do mundo (SCHAFFER;PROCHNOW, 2003). Segundo dados da Fundação SOS Mata Atlântica levantados nos períodos de 2008-2010, Santa Catarina é o terceiro estado mais crítico em desmatamento da floresta atlântica.

aptidão de terras, as quais têm na sua maioria vocação florestal, devido à fragilidade ambiental do seu meio físico.

Por meio da base conceitual e métodos da Ecologia da Paisagem, somados às técnicas de geoprocessamento, as transformações ocorridas em uma paisagem em diferentes escalas temporais e espaciais, assim como a estrutura e função dos seus elementos podem ser estudados. O elemento da paisagem normalmente mais sujeito à mudança é a cobertura florestal², em todas as suas formas.

Considerando essas premissas, o presente trabalho tem como objetivo analisar a cobertura florestal da bacia do Ribeirão Fortaleza em Blumenau/SC frente à antropização da paisagem (1972-2009), utilizando técnicas de geoprocessamento e medidas de ecologia da paisagem.

A escolha da área justifica-se pelas seguintes questões: a) presença de cobertura florestal expressiva; b) recente expansão urbana desordenada; c) inexistência de estudos temporais que retratam a situação da cobertura florestal da bacia; d) necessidade de analisar este processo de transformação, servindo de base para propostas futuras de planejamento e gestão; e) a bacia hidrográfica é considerada a unidade geográfica para o planejamento, estando a Bacia do Ribeirão Fortaleza totalmente inserida no município de Blumenau.

O tema proposto toma relevância frente aos recentes desastres ambientais ocorridos no Brasil e no mundo, potencializados, dentre outros motivos, pela degradação e dizimação da cobertura florestal. Aliada a tais questões, evidenciam-se as recentes discussões em torno da aprovação do Novo Código Florestal Brasileiro, o qual diminuiu a proteção florestal exigida no país.

A motivação pelo tema e pela área de estudo resulta do envolvimento do pesquisador em atividades de pesquisa desenvolvidas junto à Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, as quais culminaram com a construção do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC). A presente pesquisa pretende contribuir com o fornecimento de informações para as ações de planejamento, tanto urbanas e ambientais, quanto para o Plano da Bacia Hidrográfica.

² Segundo Vibrans (2003, p.01) “a cobertura florestal é um importante elemento da paisagem. Sua estrutura e feição são resultados da interação, ao longo do tempo, de fatores abióticos (geológicos, geomorfológicos, climáticos e edáficos), bióticos e antrópicos. É impossível, portanto, entender e interpretar o seu estado atual sem um olhar para trás[...]”

A base conceitual e metodológica da ecologia da paisagem, associadas às técnicas de geoprocessamento podem oferecer informações importantes ao planejamento, à conservação e preservação dos recursos naturais (LANG; BLASCKE, 2009).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a cobertura florestal da bacia do Ribeirão Fortaleza em Blumenau/SC frente à antropização³ da paisagem (1972-2009).

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Apresentar a legislação ambiental brasileira sob o aspecto da proteção da cobertura florestal;
- b) Apresentar os aspectos socioeconômicos, físico-naturais e históricos da Bacia do Ribeirão Fortaleza e do município de Blumenau/SC;
- c) Caracterizar a antropização da paisagem da Bacia por meio de técnicas de geoprocessamento;
- d) Analisar a transformação da cobertura florestal por meio de medidas da ecologia da paisagem.

1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos.

No primeiro capítulo é apresentada a introdução do trabalho, com a justificativa e relevância do tema proposto, os objetivos e sua respectiva estrutura.

No segundo capítulo avança-se com o referencial teórico e normativo, apresentando as bases conceituais e metodológicas da

³ Entende-se por antropização o processo de transformação ou mudança da paisagem mediante a ação humana.

ecologia da paisagem, as principais técnicas de geoprocessamento empregadas, estudos de caso sobre trabalhos realizados sob o seu enfoque, e uma breve revisão da legislação ambiental que rege sobre a cobertura florestal brasileira, enfatizando o bioma mata atlântica, o qual pertence a área de estudo.

No terceiro capítulo expõe-se os procedimentos metodológicos utilizados para a elaboração da pesquisa.

No quarto capítulo é apresentada a área de estudo, descrevendo seus aspectos socioeconômicos, físico-naturais, históricos, sua problemática ambiental e planejamento urbano.

No quinto capítulo são apresentados os resultados da pesquisa, com a caracterização da antropização da paisagem da bacia e análises quantitativas da sua cobertura florestal, a partir de medidas da ecologia da paisagem.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações da pesquisa, com a síntese dos resultados obtidos e sugestões para trabalhos futuros.



Capítulo 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Syagrus romanzoffiana | Bacia do Ribeirão Fortaleza - Blumenau/SC. Fonte: Arquivo pessoal (2011).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ECOLOGIA DA PAISAGEM

A ecologia da Paisagem configura-se como uma nova área de conhecimento ou ramo da Ecologia, focada no estudo das relações entre os padrões espaciais e os processos ecológicos.

O termo foi empregado pela primeira vez pelo biogeógrafo alemão Carl Troll em 1939, ao estudar questões relacionadas ao uso da terra por meio de fotografias aéreas e interpretação das paisagens. A ecologia da paisagem de Troll foi uma tentativa de casamento entre a Geografia e a Ecologia, combinando a aproximação “horizontal” do geógrafo - no estudo das interações espaciais, com a aproximação “vertical” do ecólogo - no estudo das interações funcionais de um dado lugar (BUREL; BAUDRY, 2002; NAVEH; LIEBERMAN, 1994).

Segundo Metzger (2001), a ecologia da Paisagem é marcada por um duplo nascimento, podendo ser avaliada sob as seguintes abordagens: a geográfica e a ecológica.

A abordagem geográfica tem seu maior desenvolvimento na Europa, impulsionada principalmente por geógrafos europeus como Troll, Haase, Neef e Richling. É focada nos estudos da influência do homem sobre a paisagem, voltada para o planejamento e gerenciamento territorial. Pode ser caracterizada como uma disciplina holística, menos centrada nos estudos bioecológicos (relações entre animais, plantas e o ambiente abiótico), e por enfocar questões em macro-escalas, tanto espaciais quanto temporais (METZGER, 2001). Dentro desta abordagem, a Ecologia da Paisagem é definida como uma ciência interdisciplinar que lida com interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida natural e construído (NAVEH; LIBERMAN, 1994).

Já a abordagem ecológica se desenvolveu mais recentemente (década de 1980), impulsionada principalmente por biogeógrafos e ecólogos americanos como Richard Forman, Monica Turner, entre outros, beneficiando-se do advento das imagens de satélite e da facilidade de seu tratamento com a popularização dos computadores (METZGER, 2001). É focada nos estudos de paisagens naturais, com ênfase na aplicação de conceitos de ecologia da paisagem em busca da conservação e manejo da biodiversidade, não enfatizando

necessariamente macro-escalas (METZGER, 2001). Dentro da abordagem ecológica, a ecologia da paisagem é definida como o estudo da estrutura, da função e das mudanças numa área terrestre heterogênea composta por ecossistemas que interagem (FORMAN; GODRON, 1986).

Segundo Metzger (2001), embora distintas, as duas abordagens – geográfica e ecológica – apresentam características em comum, pois lidam com espaços heterogêneos e consideram múltiplas escalas em suas análises.

Os princípios e conceitos da Ecologia da Paisagem podem ser aplicados a qualquer paisagem, tanto em áreas naturais como em áreas em intenso processo de urbanização (DRAMSTAD; OLSON; FORMAN, 1996). Podem fornecer fundamentos teóricos e empíricos para uma variedade de ciências aplicadas, como a arquitetura da paisagem, planejamento regional, ecologia de agrossistema, engenharia ecológica, manejo de recursos e ecologia da restauração, entre outros (ODUM; BARRET, 2008).

A ecologia da paisagem trabalha com três características da paisagem: *estrutura*, que são as relações entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração; *função*, que se traduz nos fluxos de energia, matéria e espécies dentro da paisagem; e *mudança* que são as modificações observadas na estrutura e função do mosaico ecológico ao longo do tempo (FORMAN; GODRON, 1986).

2.1.1 Estrutura da paisagem

A estrutura da paisagem é composta por três tipos de elementos: manchas, corredores e matriz (fig. 01). As manchas são superfícies homogêneas, não lineares, que se diferem em aparência de seu entorno; os corredores são faixas estreitas e longas que se diferem dos lados adjacentes; e a matriz é o elemento paisagístico predominante da paisagem, com maior extensão e de maior conectividade (FORMAN, 1995).

Estes elementos podem ser naturais ou antrópicos, e constituem a base para o planejamento da paisagem, uma vez que podem revelar não só os processos que estão ocorrendo, mas também refletir os

processos que determinaram o seu desenvolvimento (DRAMSTAD; OLSON; FORMAN, 1996).

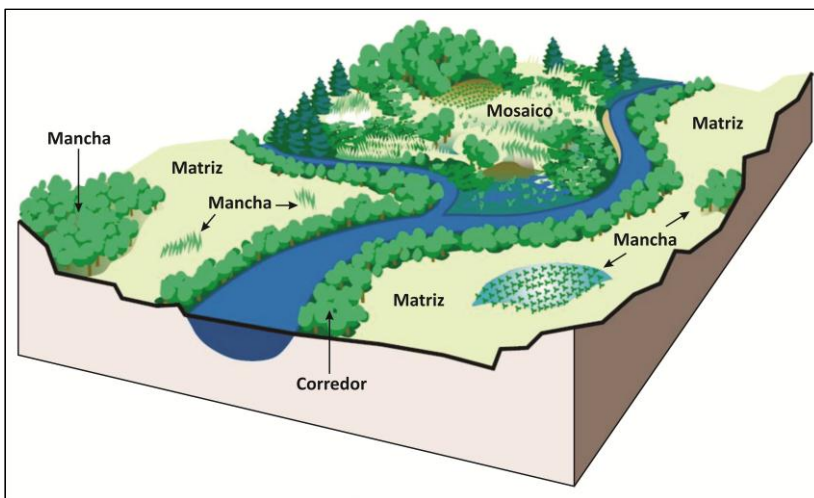


Fig.01: Representação dos elementos que compõem a estrutura da paisagem. Fonte: Adaptado de FISRWG, 1998, p.5.

2.1.1.1 Manchas

Segundo Forman e Godron (1986), as manchas variam em origem, tamanho e forma. Quanto à origem, os autores reconhecem cinco causas básicas: manchas de distúrbio, manchas remanescentes, manchas de recursos ambientais, manchas de regeneração e manchas introduzidas.

As manchas de distúrbios são causadas por uma pequena área de perturbação na matriz. Manchas remanescentes são aquelas que resistiram a um ambiente repleto de perturbação, por exemplo, remanescentes de vegetação nativa em campos cultivados. Manchas de recursos ambientais são áreas que se destacam por uma qualidade ambiental excepcional dentro do contexto em que está inserida. Manchas de regeneração ocorrem de maneira semelhante aos remanescentes, mas com origem diversa, sendo um local de perturbação que ficou livre, permitindo a sucessão da vegetação. E as manchas introduzidas representam uma cobertura originada de um uso

humano da paisagem, por exemplo, as construções e plantações (FORMAN; GODRON, 1986; FORMAN, 1995).

As manchas podem ser divididas em duas partes: interior e borda. A borda é a porção mais externa da mancha, cujo ambiente se difere do interior. Bordas largas são mais eficientes, enquanto bordas estreitas e compridas podem prejudicar o fluxo de nutrientes.

O tamanho e a forma das manchas são fundamentais para os processos ecológicos. Manchas maiores possuem mais espécies, principalmente aquelas mais sensíveis a alterações, localizadas em seu interior, enquanto que manchas pequenas e estreitas são formadas praticamente por ambientes de borda. Segundo Pellegrino (2000), grandes manchas de vegetação oferecem inúmeros benefícios à paisagem, tais como:

[...] proteção da qualidade da água de aquíferos e corpos d' água; conexão da rede inferior de cursos d' água; hábitat para espécies de interior de manchas; hábitat-núcleo e refúgio para espécies que precisam de grande território, fonte de dispersão de espécies; proximidade de microhábitats para espécies multihábitat; regime de alteração próximo ao natural; e zona-tampão contra extinção durante mudança ambiental (PELLEGRINO, 2000, p.172).

Quanto ao formato, manchas com formas mais circulares apresentam áreas internas maiores, enquanto que manchas com formas mais alongadas apresentam áreas internas menores e com mais áreas de borda.

2.1.1.2 Corredores

Os corredores são elementos lineares da paisagem, de origem natural (como um rio e sua vegetação ripária), ou antrópica (como ruas e linhas de transmissão de energia). Quanto à estrutura, podem ser classificados em três tipos: corredores em linha, corredores em faixa, e corredores ripários. Os corredores em linha geralmente são resultantes de atividades humanas, são estreitos e predominam espécies de borda. Atuam muitas vezes como barreira aos processos ecológicos, subdividindo as populações e seu hábitat. Os corredores em faixas são

mais largos, com maior quantidade de espécies em seu interior. Os corredores ripários (aqueles relacionados aos cursos de água) variam em largura consoante à importância da linha de água, controlam os fluxos de água e nutrientes, reduzindo a probabilidade de assoreamento e cheias (FORMAN; GODRON, 1986; MARSH, 1997).

Segundo Forman (1995), as principais funções ecológicas desempenhadas pelos corredores são: habitat, conectividade, filtro ou barreira, fonte e depósito.

Os corredores possuem grande importância para a sociedade, a saber: na proteção da biodiversidade; no gerenciamento de recursos hídricos, com a melhora da qualidade da água e controle de cheias; no aumento da produtividade agro-florestal; na recreação; na coesão cultural e de comunidades; e na diversificação de rotas para espécies isoladas em reservas (FORMAN, 1995).

Frente à contínua perda de habitat e fragmentação das manchas naturais, tornam-se elementos fundamentais para a garantia da conectividade da paisagem. A sua estrutura, definida pela largura e complexidade é que irá determinar o deslocamento das espécies na paisagem (METZGER, 1999).

2.1.1.3 Matriz

Dos três elementos que compõem a estrutura da paisagem, a matriz é o elemento mais extenso e com maior conectividade, desempenhando um papel preponderante no funcionamento da paisagem (fluxos de energia, materiais e espécies) (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

A identificação da matriz de uma paisagem consiste num grande desafio no estudo da Ecologia da Paisagem. Para a sua definição, devem ser consideradas as seguintes características: a) a matriz é o elemento da paisagem com a maior área; b) é o elemento mais conectado da paisagem; c) exerce um maior controle no fluxo de energia e na dinâmica da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986).

Dois conceitos estão diretamente relacionados com a matriz: a porosidade e a conectividade. A porosidade consiste na medida da densidade das manchas numa paisagem. Quanto maior o número de manchas, maior a porosidade. Já a conectividade estabelece o grau de percolação em uma paisagem, ou seja, o grau de facilidade que as

espécies têm de se movimentar entre as manchas de hábitat através dos corredores (FORMAN; GODRON, 1986).

Conhecer os elementos de uma paisagem é, portanto, essencial para a caracterização de sua estrutura e para a identificação de seus padrões. Para McGarigal e Marks (1995), a estrutura de uma paisagem deve ser caracterizada e ter seus padrões definidos com base na sua configuração e composição. A composição refere-se às feições associadas à presença ou ausência dos elementos na paisagem, sem considerar a sua distribuição e/ou localização espacial. Como variáveis importantes da composição de uma paisagem têm-se a área e o número de elementos que a compõem. Já a configuração refere-se à distribuição física ou a caracterização espacial dos elementos na paisagem. Como aspectos importantes à configuração têm-se o grau de isolamento dos elementos; a sua localização em relação a outros elementos; a vizinhança, a forma, entre outros (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

Tanto a composição quanto a configuração das paisagens podem ser quantificadas. Em estudos de ecologia da paisagem essa quantificação tem levado ao aumento no número de medidas e programas computacionais, com a finalidade de melhor caracterizar a sua estrutura, como será explorado a seguir.

2.1.2 Análise quantitativa da estrutura da paisagem

A quantificação da estrutura da paisagem, através de medidas da ecologia da paisagem, é pré-requisito para a análise do funcionamento e das mudanças espaciais. São úteis em várias situações: permitem descrever e mensurar os elementos que compõem a estrutura da paisagem; a comparar paisagens; identificar mudanças temporais; avaliar cenários propostos durante o planejamento; relacionar padrões a funções ecológicas, entre outros. Quando analisadas em função do seu significado ecológico, podem fornecer informações importantes ao planejamento, à conservação e à preservação dos recursos naturais (LANG; BLASCHKE, 2009).

Segundo Lang e Blaschke (2009), a quantificação da estrutura da paisagem pode ocorrer em três níveis: em nível de mancha; em nível de classe; e em nível de paisagem. Medidas relativas a manchas quantificam suas características individuais; medidas relativas a classes

quantificam todas as manchas de uma determinada classe; e medidas em nível de paisagem quantificam toda a paisagem.

Devido à grande aplicabilidade e importância, uma variedade de medidas tem sido desenvolvidas, levando os autores McGarigal e Marks (1995) a agrupá-las nas seguintes categorias: medidas de área; de densidade, tamanho e variabilidade das manchas; bordas; formas; área nuclear; de vizinho mais próximo; diversidade; e de contágio e espalhamento.

2.1.2.1 Medidas de área

As medidas de área quantificam a composição das paisagens.

Segundo Forman (1995), a área é uma das informações mais importantes de uma paisagem, pois além de ser por si só de grande valor, é a base para o cálculo de outras medidas. São muito úteis em estudos ecológicos, uma vez que o tamanho de uma mancha pode ter efeito direto na sobrevivência de populações de plantas e animais. Quanto menor a mancha, maior será a influência dos fatores externos sobre ela, afetando a dinâmica interna do ecossistema (SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991). Enquanto grandes manchas são importantes para a manutenção da biodiversidade e de processos ecológicos em larga escala, pequenos remanescentes cumprem funções relevantes ao longo da paisagem, podendo funcionar como *stepping stones* (pontos de ligação ou trampolins ecológicos), que são pequenas áreas de hábitat dispersas pela matriz que podem, para algumas espécies, facilitar os fluxos entre as manchas (SCARIOT et al. 2003).

Com medidas de área pode-se obter a área de cada mancha; área da classe; área total da paisagem; percentagem ocupada pela classe na paisagem e índice de maior mancha (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

2.1.2.2 Medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas

As medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas quantificam a configuração da paisagem. Como exemplos desse grupo de medidas têm-se: o número de manchas; o tamanho médio das

manchas nas suas respectivas classes; e o tamanho da maior mancha (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

O número de manchas de determinada classe é de grande importância para os estudos da paisagem, uma vez que constitui uma medida do seu grau de fragmentação. O tamanho médio das manchas também é considerado um bom indicativo de fragmentação, por ser obtido através da razão entre o número de manchas e da área total ocupada pela classe. Dessa forma, paisagens que apresentarem menores valores para tamanho médio de manchas devem ser consideradas como mais fragmentadas (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

2.1.2.3 Medidas de borda

As medidas de borda são usualmente consideradas como representantes da configuração da paisagem, porém nem sempre sua distribuição espacial é explícita. Vários fenômenos ecológicos se caracterizam pela quantidade total de bordas, tornando-a num importante aspecto a ser estudado (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

As bordas podem ser entendidas como áreas de contato entre diferentes unidades de paisagem (ex. entre uma mancha florestal e uma mancha urbana), nas quais a intensidade dos fluxos muda de forma brusca (FORMAN, 1995). Como a transição entre a mancha florestal e a mancha urbana é muito abrupta, cria uma borda que expõe a floresta às condições encontradas na matriz adjacente (efeito de borda), ocasionando mudanças microclimáticas, como aumento da temperatura e ressecamento, acarretando alterações maléficas na composição de espécies e na estrutura da vegetação. Quanto maior for o contraste estrutural entre habitats adjacentes, mais intenso será o efeito de borda (MEFFE; CARROL, 1994; COLLI et al. 2003; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

O cálculo da área sob o efeito de borda é realizado atribuindo-se uma distância linear, considerada de fora para dentro da mancha. A distância ou profundidade da borda a ser atribuída a uma mancha dependerá das condições do meio, assim como das espécies e dos fatores ecológicos considerados (METZGER, 1999).

O comprimento total de borda e a densidade das bordas estão entre as medidas que podem ser quantificadas (MCGARIGAL; MARKS, 1995).



2.1.2.4 Medidas de forma

As medidas de forma são responsáveis pela configuração da paisagem. De acordo com Forman (1995), a análise da forma da mancha é tão importante quanto seu tamanho. Segundo o autor, as diferentes formas encontradas na paisagem podem ser agrupadas nas seguintes categorias: (1) naturais ou criadas pelo homem (curvilíneas ou amebóides; geométricas); (2) compactas ou alongadas (razão comprimento/largura); e (3) arredondada versus convoluta.

As formas das manchas podem indicar se as mesmas estão se contraindo (formas côncavas) ou se expandindo (formas convexas), como também influenciar alguns processos ecológicos, sobretudo o efeito de borda (FORMAN; GODRON, 1986).

Manchas de hábitat mais próximas do formato circular têm a razão borda/área minimizada e, portanto o centro da mancha está mais distante das bordas, por isso são mais protegidos dos fatores externos (FORMAN; GODRON, 1986). Já manchas de contorno recortado e/ou mais alongadas estão mais suscetíveis a apresentar efeito de borda, principalmente aquelas de menor área, uma vez que há maior interação com a matriz, podendo influenciar na qualidade da estrutura do ecossistema.

No quadro 01 são apresentadas algumas das características ecológicas que são alteradas em função da forma e do efeito de borda das manchas florestais, conforme proposto por Forman e Godron (1986).

			
Alta taxa interior/borda		Baixa taxa interior/borda	
Menor	Comprimento de borda e interação com a matriz	Maior	
Menor	Probabilidade de barreiras presentes dentro da mancha	Maior	
Menor	Probabilidade de diversidade de habitat dentro da mancha	Maior	
Menor	Funcionamento como corredores para movimentação de espécies	Maior	
Maior	Diversidade de espécies (com diversidade de habitat constante)	Menor	
Maior	Eficiência de animais “estrangeiros” dentro da mancha	Menor	

Quadro 01: Efeito da forma e da borda em algumas características ecológicas.
Fonte: Adaptado de Forman e Godron (1986).

Uma medida freqüentemente utilizada para a descrição das formas é o índice de forma. O índice avalia a complexidade da forma atual de uma mancha por meio da comparação com uma feição circular. Quanto mais a forma da mancha desviar-se do padrão circular, maior será o valor do índice (LANG; BLASCHKE, 2009).

2.1.2.5 Medidas de área central

As medidas de área central refletem tanto a composição quanto a configuração da paisagem. Com medidas de área central podem-se obter vários índices, como: área central das manchas, número de áreas centrais; percentagem de áreas centrais na paisagem, entre outros (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

A área central é definida como a área interna de uma mancha separada da borda por uma distância pré-estabelecida. Ou seja, ela estima a área total do habitat preservado dentro das manchas, sem interferência da matriz.

Segundo especialistas, a área central tem sido considerada mais apropriada para medir a qualidade do habitat do que a área da mancha em si, pois ela é afetada pela forma da mancha. Uma mancha pode ser grande o suficiente para ser habitada por uma espécie, mas pode não conter área central suficiente para comportar tal espécie (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

2.1.2.6 Medidas de vizinho mais próximo

As medidas de vizinho mais próximo quantificam a configuração da paisagem, calculadas com base na distância das bordas de uma mancha para outra, de mesma classe. Com a análise dessas medidas pode-se chegar a conclusões sobre o grau de isolamento das manchas (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

A distância do vizinho mais próximo pode influenciar alguns processos ecológicos importantes, como dinâmicas de população e interação de espécies em populações separadas espacialmente.

Almeida (2008) considerou o isolamento das manchas florestais do Parque Nacional dos Campos Gerais - PR, como não muito isolados por estarem a distâncias menores que 100m, defendendo que essa distância é pouco expressiva para alguns grupos de plantas que têm a

dispersão feita por mamíferos de pequeno e médio porte. No entanto, pode ser considerada uma distância limitante para a movimentação de algumas espécies, como exemplo, Awade e Metzger (2008) ao observarem que espécies de aves de sub-bosques evitaram cruzar áreas abertas com distâncias superiores a 40 metros.

O isolamento das manchas pode agir negativamente na riqueza ao diminuir a taxa (ou o potencial) de imigração (ou de recolonização). As espécies que conseguem manter-se em manchas isoladas tendem a se tornar dominantes e desta forma a diversidade do hábitat diminui por uma redução de riqueza e de equabilidade ecológica (METZGER, 1999; COLLI et al. 2003).

Entre as medidas passíveis de serem quantificadas destacam-se: a distância média do vizinho mais próximo; desvio padrão do vizinho mais próximo; e índices de proximidade média (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

2.1.2.7 Medidas de diversidade

As medidas de diversidade visam quantificar a composição (e assim a diversidade) da paisagem. Muito utilizadas em aplicações ecológicas, estas medidas são influenciadas por dois componentes: riqueza e regularidade. A riqueza refere-se ao número de classes presentes, e a regularidade refere-se à distribuição da área entre as classes (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

Sob o ponto de vista ecológico, a diversidade de uma paisagem é de grande importância para espécies que utilizam como habitat mais de um tipo de ecossistema. O índice de diversidade pode também servir como indicador da fragmentação da paisagem. Ou seja, paisagens com elevado índice de diversidade são paisagens muito fragmentadas.

As medidas mais utilizadas e conhecidas são os índices de Shannon e de Simpson (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

2.1.2.8 Medidas de contágio e espalhamento

As medidas de contágio e espalhamento permitem a quantificação da configuração da paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

Com a medida de contágio é possível obter a extensão na qual as manchas estão agregadas ou dispersas na paisagem, e com base na medida de espalhamento, quantificar a distribuição espacial de um tipo de mancha na paisagem.

Assim como as medidas de diversidade, as medidas de contágio podem ser indicadores de fragmentação da paisagem, devendo ser interpretadas de forma inversa às medidas de diversidade; ou seja, quanto menor o contágio, maior é a fragmentação da paisagem.

2.1.3 O geoprocessamento na ecologia da paisagem

O geoprocessamento é uma ferramenta de grande importância nos estudos de ecologia da paisagem. É definido por Rocha (2002, p.210) como:

[...] uma tecnologia transdisciplinar, que, através da axiomática da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para a coleta, tratamento, análise e apresentação das informações associadas a mapas digitais georreferenciados.

O sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas estão entre as ferramentas do geoprocessamento mais empregadas nos estudos de ecologia da paisagem (YOUNG, GREEN, COUSINS, 1993). Estas ferramentas são de grande utilidade pela capacidade que possuem de caracterizar, no espaço e no tempo, a composição e a configuração das tipologias de cobertura do solo, a partir das quais é possível obter medidas quantitativas da estrutura da paisagem.

2.1.3.1 Sensoriamento remoto

Sensoriamento Remoto pode ser definido como um conjunto de atividades cujo objetivo reside na caracterização das propriedades de alvos naturais, através da detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante refletido ou emitido pelos mesmos (LOCH, 1988).

O termo sensoriamento refere-se à obtenção de dados, e remoto, que significa distante, é utilizado porque a obtenção é feita à distância, sem o contato físico entre o sensor e a superfície terrestre (FLORENZANO, 2002).

Os sensores remotos podem ser classificados em função da fonte de energia e do tipo de produto que produzem. Quanto à fonte de energia, são chamados de passivos, os sensores que registram a radiação solar refletida ou emitida pela superfície terrestre; e de ativos, os sensores que possuem sua própria fonte de radiação. Neste caso, o sensor pode operar durante o dia e a noite, como exemplo os sistemas a laser e radar (EHLERS, 2007). Em função do tipo de produto, são classificados como imageadores, os sensores que fornecem como produto uma imagem; e não imageadores, os sensores que não fornecem uma imagem da superfície sensoriada, tendo como saída de dados a forma de dígitos, gráficos ou assinatura espectral (KRAMER, 1996; LIU, 2006).

A coleta de dados da superfície terrestre por meio dos sensores remotos pode ser realizada em três níveis: terrestre, suborbital e orbital. No nível terrestre, os sistemas sensores podem ser instalados em mastros de barcos, fixados em bóias ou dentro de laboratórios; no nível sub-orbital, utilizam-se normalmente aeronaves como plataforma de coleta de dados; e, no nível orbital, empregam-se satélites não tripulados e balões (MOREIRA, 2005).

A escolha do sensor a ser utilizado para a coleta de informações espectrais vai depender, sobretudo, dos fatores relacionados ao objetivo da pesquisa; tamanho da área imageada; disponibilidade de equipamentos sensores; do custo e da precisão dos resultados a serem obtidos (MOREIRA, 2005).

Segundo Moreira (2005), os sistemas mais utilizados no sensoriamento remoto são os aerotransportados, como é o caso das câmeras métricas. Os produtos obtidos por este sistema sensor são as fotografias aéreas, que podem ser adquiridas no modo pancromático (preto e branco) ou coloridas (normal ou falsa-cor).

Para Loch (1988), está amplamente demonstrada a importância das fotografias aéreas no mapeamento de grandes áreas, seja topográfico ou temáticos como da estrutura fundiária, uso do solo, estradas e florestas. No entanto, as fotografias aéreas convencionais apresentam como problema o alto custo do recobrimento

aerofotogramétrico para a atualização periódica dos dados. Segundo o autor, “a tecnologia do Sensoriamento remoto orbital, tendo como principal característica a repetitividade se torna uma importante ferramenta para suprir o problema do mapeamento em intervalos curtos de tempo [...] (LOCH, 1988, p.06)”.

Diversos modelos de sensores orbitais foram desenvolvidos nas últimas décadas com o intuito de estudar a superfície terrestre e seus fenômenos⁴. Para compreender as características de cada sistema sensor, é necessário um entendimento sobre suas resoluções⁵, em geral expressas por quatro domínios: espectral, espacial ou geométrica, temporal e radiométrica (MOREIRA, 2005).

A resolução espectral é definida pelo número de bandas espectrais utilizadas para formar a imagem de um sistema sensor e pela largura do intervalo do comprimento de onda coberto por cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, melhor será a resolução espectral (MOREIRA, 2001).

A resolução espacial é definida pela capacidade do sistema sensor em distinguir objetos na superfície terrestre. Quanto menor o objeto possível de ser visto, maior será a resolução espacial (MELLO, 2008; MOREIRA, 2005).

A resolução temporal está relacionada com a repetitividade de observação do sensor numa mesma área da superfície terrestre, isto é, o tempo que o sensor leva para voltar a recobrir a área de interesse. Segundo Moreira (2005, p.126), “a resolução temporal é muito importante porque permite fazer um acompanhamento dinâmico dos alvos sobre a superfície da terra.”

Já a resolução radiométrica refere-se à capacidade do sensor de poder discriminar, numa área imageada, alvos com pequenas diferenças de radiação refletida e/ou emitida. É dada pela quantidade de níveis digitais ou níveis de cinza que o sensor possui. Quanto maior o número de níveis, maior é a resolução radiométrica (MOREIRA, 2001).

⁴ Como principais satélites de rastreamento terrestre com produtos no mercado destacam-se os programas CBERS, SPOT, Landsat, Ikonos e Quickbird. Informações detalhadas sobre estes programas e seus sistemas sensores podem ser encontradas nas páginas de internet dos seus fornecedores.

⁵ “Resolução é uma medida de habilidade que um sistema sensor possui de distinguir entre respostas que são semelhantes espectralmente ou próximas espacialmente” (MELLO, 2008, p.9).

Desde a etapa de captação de informações realizada pelos sistemas sensores até o uso final pelo técnico, as imagens podem passar por diversas fases de processamento⁶, a saber: pré-processamento, realce e classificação (NOVO, 1992).

A fase de pré-processamento refere-se ao conjunto de programas que permitem a transformação de dados digitais brutos em dados corrigidos radiométrica e geometricamente; a de realce visa melhorar a qualidade visual das imagens, realçando os alvos e favorecendo sua detecção e discriminação; e a fase de classificação consiste em identificar nas imagens os diferentes alvos, fenômenos ou feições que apresentem padrões espectrais similares e atribuí-los a uma determinada classe (NOVO, 1992).

A classificação pode ser realizada através de duas técnicas básicas: interpretação visual e classificação automática. Na interpretação visual, o intérprete dispõe de uma imagem e dela extrai o que interessa ou consegue. Segundo Loch (1988, p.24):

“Para uma boa interpretação visual dos diferentes elementos do uso do solo, [...] deve-se considerar a hora do imageamento, ausência de nuvens, experiência do intérprete e a quantidade de informações disponíveis sobre a área, além do conhecimento mais profundo possível sobre o sensor utilizado.”

Neste tipo de interpretação, costuma-se utilizar elementos de reconhecimento, os quais servem de fatores-guia no processo de reconhecimento e identificação dos alvos na superfície terrestre. São eles: tonalidade, forma, padrão, densidade, declividade, textura, tamanho, sombra, posição, e adjacências (ANDERSON, 1982).

Já a classificação automática é realizada por analisadores de imagens em computadores preparados para analisar dados na forma digital. Os métodos de classificação automática são agrupados em duas categorias: supervisionados e não-supervisionados. O método é dito supervisionado quando existe um conhecimento prévio da área de estudo, o que permite ao usuário selecionar as classes desejadas,

⁶ A principal função do processamento digital de imagens é fornecer meios para facilitar a identificação e a extração da informação contida nas imagens, para posterior interpretação (CRÓSTA, 1993).

deixando ao analisador de imagens a tarefa de localizar todos os demais pixels pertencentes às classes anteriormente definidas; e não-supervisionado quando o analisador não utiliza “a priori” nenhum conhecimento sobre as classes existentes na imagem, atribuindo, sem a interferência do usuário, cada pixel a uma determinada classe (CRÓSTA, 1993).

Em qualquer procedimento de classificação de fotografias aéreas ou imagens de satélite, o objetivo é na maioria dos casos, a geração de mapas temáticos. Estes podem ser utilizados em conjunto com outros planos de informação em ambiente SIG, possibilitando sua integração e manipulação como base de dados para sistemas de suporte e decisão.

2.1.3.2 Sistemas de informações geográficas

Os Sistemas de Informações Geográficas - SIG são sistemas automatizados utilizados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la (ARONOFF, 1989; BULL, 1994). Este tipo de ferramenta revolucionou o monitoramento e a gestão dos recursos naturais e uso do solo, devido a sua capacidade de análise de grande quantidade de informação de diversas origens, de forma simultânea.

Amplamente utilizados em estudos ambientais, existem muitos softwares de SIG, cada qual com suas potencialidades e limitações, e muitas vezes projetados com propósito específico. São exemplos: ArcGIS, IDRISI, SPRING, TerraView, dentre outros. Frequentemente são lançadas novas versões e atualizações desses softwares, aprimorando suas funcionalidades e especificidades.

Os Sistemas de Informações Geográficas possuem grande potencial para solucionar problemas nas mais variadas áreas do conhecimento. Na ecologia da paisagem, constituem-se numa ferramenta fundamental, pois permitem – a partir de mapas de uso e ocupação do solo – obter medidas quantitativas da estrutura da paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

Entre os programas mais utilizados para a análise quantitativa da estrutura da paisagem estão os softwares *Fragstats*⁷, *V-LATE*⁸ e *Patch*

⁷ Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>

⁸ Disponível em: <<http://www.geo.sbg.ac.at/larg/>>

*Analyst*⁹. Desenvolvido pelos pesquisadores *McGarigal e Marks* da *Oregon State University*, o software *Fragstats* é disponibilizado gratuitamente pela internet desde 1993. Possui o maior número de medidas, aceitando como entrada apenas arquivos raster. Já os softwares *V-LATE*, desenvolvido em 2003 pelos pesquisadores *Lang e Tiede* da *University of Salzburg* e o software *Patch Analyst*, desenvolvido em 1999 pelos pesquisadores *Rob Rempel, Angus Carr e Phil Elkie*, em um projeto de colaboração entre *Sustainable Forest Management Network* e *Ontário Ministry of Natural Resource* foram desenvolvidos para análise de dados vetoriais, fornecendo as medidas do *Fragstats* de forma comprimida. A principal diferença em relação ao *Fragstats* é que podem ser utilizados como uma extensão do software ArcGis (LANG; BLASCHKE, 2009).

2.1.4 Estudos desenvolvidos sob o enfoque da ecologia da paisagem

Os estudos desenvolvidos sob o enfoque da ecologia da paisagem têm se concentrado, na sua maioria, em tentar compreender os processos ecológicos que são afetados quando a paisagem está sob intervenção humana. Estes estudos são de grande importância para auxiliar na compreensão das causas e consequências dos impactos ambientais provocados pelo homem, como também a atribuir sugestões de como estes impactos poderiam ser eliminados ou reduzidos.

Apresentamos a seguir, alguns exemplos de estudos desenvolvidos sob o enfoque da ecologia da paisagem, buscando-se definir, de forma sucinta, os seus objetivos, materiais, métodos e principais resultados.

Dentre os trabalhos analisados, julgaram-se relevantes para esta pesquisa os estudos desenvolvidos por Valente (2001) com a análise da estrutura da paisagem da Bacia do Rio Corumbataí/SP; Pereira et al. (2001) na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia; e Guisard; Kuplich; Morelli (2007) com a análise temporal da cobertura florestal no município de São José dos Campos/SP.

⁹ Disponível em: <<http://flash.lakeheadu.ca/~rrempel/patch/>>

a) Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP (VALENTE, 2001).

Considerando a importância regional da Bacia do Rio Corumbataí, localizada no estado de São Paulo, para o abastecimento de água em qualidade e quantidade, e o elevado índice de desmatamento que vem sofrendo afetando sua biodiversidade, Valente (2001) objetivou realizar a análise da estrutura desta paisagem, enfatizando sua cobertura florestal. Para isso, foi elaborado um mapa temático de uso e cobertura do solo e aplicação de algumas medidas de ecologia da paisagem.

O mapa de uso e cobertura do solo foi produzido pela classificação digital supervisionada a partir de imagens orbitais obtidas do sensor HRVIR a bordo do satélite SPOT-4 e pelo sensor TM a bordo do satélite LANDSAT-5, considerando as seguintes classes: cana-de-açúcar, pastagem; floresta plantada; floresta nativa; cerrado; fruticultura, cultura anual; mineração; solo exposto; e área urbana. As medidas foram computadas no software Fragstats em nível de manchas e em nível de classes por sub-bacias hidrográficas: Passa-Cinco, Alto Corumbataí, Médio Corumbataí, Ribeirão Claro, e Baixo Corumbataí. As medidas referentes às classes foram computadas para as classes floresta nativa e cerrado, e as referentes às manchas caracterizaram os seus respectivos remanescentes. Para a quantificação em nível de manchas e de classes foram utilizadas as seguintes categorias de medidas: área; densidade, tamanho e variabilidade das manchas; área central; forma; vizinho mais próximo; e contágio e espalhamento.

Como resultados, a autora observou que a estrutura florestal das sub-bacias do Rio Passa-Cinco e Alto Corumbataí apresentaram algumas diferenciações em relação as demais sub-bacias hidrográficas. As medidas demonstraram que nas Sub-bacias do Médio Corumbataí, do Ribeirão Claro e Baixo Corumbataí predomina-se manchas de florestas nativas menores que quinze hectares e que suas manchas, independentemente do tamanho, estão mais distantes uma das outras e, portanto, mais sujeitas às ações de outros usos e coberturas do solo que os remanescentes das sub-bacias do Alto Corumbataí e do rio Passa-Cinco. Define que as sub-bacias do Passa-cinco e Alto Corumbataí possuem um padrão de estrutura florestal com predominância de

manchas aptas à preservação, com áreas nucleares suficientes para manter a sua estrutura interna e a estabilidade da estrutura florestal da paisagem em que estão inseridas.

Quanto aos materiais e métodos, a autora faz várias conclusões, dentre as quais destacam-se: as imagens orbitais utilizadas mostraram-se eficientes na obtenção do mapa de uso e cobertura do solo; as medidas da paisagem permitiram a caracterização da composição e configuração da cobertura florestal; em nível de manchas, as medidas mostraram-se mais eficientes na definição do padrão das classes de cobertura florestal do que em nível de classe, devido à alta variabilidade das características das manchas que compõem as classes de floresta nativa e cerrado; quando avaliadas isoladamente, as medidas permitiram concluir que a área nuclear de uma mancha é função de sua forma e do seu efeito de borda; e quando avaliados em conjunto, permitiram a caracterização da estrutura florestal das sub-bacias da Bacia do Rio Corumbataí e sua avaliação, sob o ponto de vista da preservação e da conservação florestal.

b) Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia (PEREIRA et al. 2001).

Sensibilizados com a conversão de áreas de floresta primária para pastagem na região Amazônica (área centro-oeste do estado do Pará), Pereira et al. (2001) tiveram como objetivo realizar a caracterização da evolução desta paisagem utilizando mapas temáticos de uso e cobertura do solo no período de 1973 a 1997 e métricas de ecologia da paisagem.

Para a avaliação da dinâmica do uso e cobertura do solo, foram utilizadas imagens orbitais do sensor HRVIR a bordo do satélite LANDSAT para os anos de 1984, 1989, 1992, 1993, 1996 e 1997, e imagem do sensor MMS a bordo do satélite LANDSAT para os anos de 1973, 1975 e 1979. As imagens foram classificadas utilizando o método de classificação supervisionada, definindo as seguintes classes: floresta, pasto, capoeira e rio. As métricas foram computadas no software Fragstats em nível de manchas, classes e paisagem, nas seguintes categoriais: métricas de área; densidade, tamanho e variabilidade das manchas; de bordas; de forma; de área central; de vizinho mais próximo; de diversidade; de contágio e entrelaçamento.

A partir dos dados temporais das métricas da paisagem obtidos com os mapas de uso e cobertura do solo de cada período, os autores puderam fazer inúmeras constatações, dentre as quais destacam-se: diminuição significativa da área de floresta, acompanhada por um aumento das áreas de pastagem; aumento do número de manchas da paisagem, e diminuição do tamanho médio das mesmas; crescimento significativo da densidade de borda da paisagem; pouca variação da distância média entre vizinhos mais próximos da classe floresta e diminuição da distância média entre manchas de pasto; e aumento do índice de forma das classes, indicando a complexidade das formas das manchas.

c) Análise da cobertura florestal do município de São José dos Campos entre 1973 e 2004 utilizando sensoriamento remoto e ecologia de paisagem (GUISARD; KUPLICH; MORELLI, 2007).

As constantes transformações no município de São José dos Campos, decorrentes principalmente das mudanças nas atividades econômicas, resultaram diferentes tipos de ocupação e uso da terra, tendo como consequência uma paisagem altamente fragmentada, com constante ameaça de destruição dos remanescentes florestais. Frente a tal problemática, os autores Guisard; Kuplich; Morelli (2007) analisaram a estrutura e dinâmica da cobertura florestal do município em dois períodos distintos (1973 e 2004), a partir de mapas de uso e cobertura do solo e medidas de ecologia da paisagem.

Para a realização dos mapas temáticos foram utilizadas imagens orbitais do sensor MSS a bordo do satélite LANDSAT para o ano de 1973, e imagens orbitais do sensor TM a bordo do satélite LANDSAT para o ano de 2004. As imagens foram classificadas utilizando métodos de classificação supervisionada e não-supervisionada, com as seguintes classes: água, nuvem, área urbana, mata/capoeira, reflorestamento, pastagem e campo antrópico e cultura agrícola. Para a quantificação da estrutura florestal, a classe mata/capoeira foi submetida ao software Fragstats para a extração das medidas da paisagem. Foram calculadas medidas em nível de classe nas seguintes categoriais: medidas de área; densidade, tamanho e variabilidade das manchas; bordas; formas; área central; e de vizinho mais próximo.

Entre os resultados encontrados, pôde-se observar o decréscimo das áreas de mata e sua fragmentação, assim como a diminuição do tamanho médio das manchas; aumento das áreas de borda e diminuição de área central. As medidas utilizadas sinalizaram o aumento da suscetibilidade das áreas de mata aos efeitos deletérios da fragmentação da paisagem, com possível perda de qualidade dos habitats de espécies animais e vegetais e, conseqüentemente, diminuição da biodiversidade. Os autores concluem que as técnicas utilizadas se adequaram ao propósito do estudo de analisar a evolução da paisagem do município de São José dos Campos no período selecionado.

2.2 LEGISLAÇÃO PERTINENTE

A cobertura florestal brasileira tem sido amparada por vasto arcabouço jurídico, desenvolvido de acordo com as necessidades, interesses e objetivos da sociedade¹⁰. Apresentamos nesta seção, os principais marcos regulatórios no que tange a cobertura florestal brasileira (no âmbito federal e estadual), enfatizando o bioma mata atlântica, à qual pertence a área de estudo.

2.2.1 Âmbito Federal

No âmbito federal, os primeiros dispositivos legais voltados à proteção da cobertura florestal remontam ao período colonial, com o Regimento do Pau-Brasil em 1605 e com a Carta Régia em 1797. Considerada a primeira lei de proteção florestal brasileira, o Regimento do Pau-Brasil restringia a sua utilização, prevendo severas sanções nos casos de descumprimento da lei. Já a Carta Régia destacava a necessidade da conservação das matas a fim de evitar a sua destruição (MEDEIROS, 2006).

Apesar da presença destes dispositivos legais desde a época da colonização, a exploração predatória dos recursos naturais perseverava no Brasil (DEAN, 1996).

Não obstante ter sido o primeiro conjunto de ecossistemas brasileiro a sofrer o impacto da exploração, a legislação de proteção à Mata Atlântica restringiu-se por muitos anos ao estabelecimento do Código Florestal, que embora fosse avançado para a sua época, não oferecia mecanismos suficientes para a sua efetiva proteção¹¹ (CAPOBIANCO; LIMA, 1997).

O Primeiro Código Florestal de 1934¹², considerado um marco na história dos recursos florestais por reconhecer pela primeira vez a floresta como um bem de interesse comum dos brasileiros, tinha como principal objetivo legitimar a ação dos serviços florestais e de

¹⁰ Em especial setores envolvidos com a proteção ambiental e com atividades produtivas relacionadas aos recursos naturais.

¹¹ “[...] o Código Florestal não objetivou estabelecer regras de conservação da biodiversidade de um determinado bioma específico, sendo aplicável a toda e qualquer forma de vegetação natural” (CAPOBIANCO; LIMA, 1997, p.8).

¹² Instituído pelo Decreto Federal nº 23.793/1934.

regularizar a exploração do recurso madeireiro - estabelecendo as bases para a sua proteção (MEDEIROS, 2006).

Classificava as florestas em quatro categorias: a) *protetoras*, quando tivessem a finalidade de conservar os regimes das águas, de evitar a erosão, fixar dunas, assegurar a salubridade pública, proteger sítios de beleza natural, asilar espécimes raras da fauna, ou proteger, do ponto de vista militar, as fronteiras; b) *remanescentes*, quando declaradas pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal, visando a criação de parques, inclusive pequenos bosques de gozo público e reservas de proteção biológica ou estética; e c) *de modelo* e d) *rendimento*, quando poderiam ser submetidas a manejo, visando o extrativismo de madeira.

Em decorrência das dificuldades de sua implementação, elaborou-se em 1965 a proposta de um Novo Código Florestal.

O Novo Código Florestal de 1965¹³ extinguiu as tipologias de áreas protegidas previstas na versão de 1934, criando outras formas de proteção, dentre as quais se destacam a criação das Áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal.

As áreas de preservação permanente foram identificadas como margens de rios, cursos de água, nascentes, lagos, lagoas e reservatórios, topos de morros e encostas com declividade acentuada, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, e de proteger o solo e assegurar o bem estar da população humana¹⁴. Já a reserva legal é uma área localizada no interior da propriedade rural que deve ser mantida com a sua cobertura florestal original¹⁵, a fim de assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais, proporcionar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, promover a conservação da biodiversidade, abrigar e proteger a fauna silvestre e a flora nativa.

¹³ Lei Federal nº 4.771/1965.

¹⁴ A retirada da vegetação nativa nessas áreas só é autorizada em casos de utilidade pública, de interesse social ou para atividades eventuais de baixo impacto ambiental.

¹⁵ O tamanho da área varia de acordo com a região onde a propriedade está localizada. Na Mata Atlântica o percentual exigido para a Reserva Legal é 20%.

Desde a sua edição em 1965, diversas alterações foram introduzidas. Os limites e parâmetros estabelecidos para as áreas de preservação permanente ficaram assim definidos:

Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

1) De 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2) De 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3) de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 500 (quinhentos) metros de largura;

5) de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) Nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Somente em 1988, após quase cinco séculos de destruição, a importância ambiental e social da Mata Atlântica é reconhecida pela legislação brasileira, através da promulgação da Constituição Federal.

Ciente sobre a necessidade de sua proteção, a Constituição Federal de 1988 a considera Patrimônio Nacional, e atribui à União, Estados e ao Distrito Federal a competência de legislar sobre ela.

Para que estes dispositivos constitucionais fossem regulamentados, diversas leis e decretos nos níveis federal, estadual e municipal foram implementados (CAMPANELLI; SCHAFFER, 2010).

A primeira iniciativa no sentido de regulamentar a Constituição Federal, definindo instrumentos específicos para a Mata Atlântica partiu do próprio Governo Federal, com a aprovação do Decreto nº 99.547 em 1990.

O respectivo Decreto, que dispunha sobre a vedação do corte e da respectiva exploração da Mata Atlântica, estabelecia pela primeira vez na história da legislação brasileira, a intangibilidade absoluta de um conjunto de ecossistemas, proibindo todas as formas de utilização. Segundo Capobianco e Lima (1997, p.9):

Apesar de bem intencionado, o Decreto, que era de questionável inconstitucionalidade, uma vez que o §4º, do art. 255 da CF/88 permite expressamente a utilização da Mata Atlântica, foi elaborado sem nenhuma participação dos governos dos Estados que possuem Mata Atlântica e das entidades não governamentais. Este processo fechado implicou na definição de um texto com graves lacunas e sem respaldo dos órgãos responsáveis pela sua aplicação, o que praticamente inviabilizou sua efetiva contribuição para a preservação ambiental.

Por sua natureza altamente restritiva, o Decreto nº 99.547/1990 foi fortemente criticado até ser substituído em 1993 pelo Decreto nº 750. Estabelecendo dispositivos inovadores para enfrentar o conflito entre desenvolvimento e conservação, o Decreto nº 750 partiu da premissa de que:

“a melhor forma de proteger o Meio Ambiente não é dizer o que não se pode fazer, mas sim, definir o que pode ser feito, orientando as ações

e criando instrumentos de controle eficazes, [...] com a participação efetiva da sociedade, a maior interessada na conservação” (CAPOBIANCO; LIMA, 1997, p.10).

Entre os dispositivos inovadores do Decreto nº 750, destaca-se a definição legal do domínio da Mata Atlântica, incluindo as distintas formações florestais e ecossistemas a ele associados; e a proteção da vegetação primária e secundária nos estágios médio e avançado de regeneração¹⁶. Quanto à definição de Mata Atlântica, o Art. 3º estabelece:

Art. 3º. Para os efeitos deste Decreto, consideram-se Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE 1988: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste.

Contrariando o Decreto anterior, o qual ignorava o conflito existente entre expansão urbana e conservação dos remanescentes florestais, o Decreto nº 750/1993 normatizava de forma rígida os casos passíveis de supressão:

Art. 5º. Nos casos de vegetação secundária nos estágios médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, o parcelamento do solo ou qualquer edificação para fins urbanos só serão admitidos quando em conformidade com o plano diretor do Município e demais legislações de proteção ambiental, mediante prévia autorização dos órgãos estaduais competentes e desde que a vegetação não apresente qualquer das seguintes características:

¹⁶ Em Santa Catarina, a distinção da vegetação primária e secundária nos diferentes estágios de regeneração é encontrada na Resolução CONAMA nº4/1994.

- I - ser abrigo de espécies da flora e fauna silvestres ameaçadas de extinção;
- II - exercer função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão;
- III - ter excepcional valor paisagístico.

Assegurando praticamente as mesmas diretrizes do Decreto nº 750, foi apresentado em 1992, pelo então Deputado Federal Fábio Feldmann, um novo projeto de Lei¹⁷, aprovado como Lei Federal quatorze anos depois.

Alvo de grandes discussões, a Lei Federal nº 11.428/2006 possuía como objetivos preservar o que ainda restava de remanescentes florestais nativos da Mata Atlântica, e criar possibilidades para a sua regeneração. Para isso, definiu parâmetros não apenas à conservação, proteção, regeneração e utilização dos remanescentes de vegetação primária, mas também para a vegetação secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração (CAMPANELLI; SCHAFFER, 2010).

Segundo Campanelli e Schaffer (2010), a lei não proibiu definitivamente o corte da vegetação ou ocupação de áreas, mas criou critérios rígidos para eles. Partiu do princípio de que as áreas mais conservadas deveriam ser as mais protegidas, as áreas degradadas deveriam ser enriquecidas, e as áreas abertas ter um uso intensificado, evitando novos desmatamentos de vegetação nativa.

Em 2008, o Decreto nº 6.660 regulamentou os dispositivos da Lei nº 11.428/2006, consolidando ainda mais a legislação protetora da Mata Atlântica.

Atualmente, normas de grande importância à proteção da cobertura florestal, como o Código Florestal Brasileiro, têm sofrido reformas preocupantes, com permissividades e flexibilizações incompatíveis com o atual nível de ameaça que paira sobre o equilíbrio ecológico brasileiro. O Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), sancionado e complementado por meio de Medida Provisória (Lei nº 51/2012), reduziu a proteção florestal exigida no País e promoveu a anistia de passivos ambientais, privilegiando quem praticou ações e omissões em desconformidade com o Código Florestal de 1965. Entre as principais mudanças em relação ao Código anterior, destacam-se: a

¹⁷ Lei nº 3.285/1992.

diminuição das faixas estabelecidas para recomposição das APPs de cursos de água; possibilidade de recomposição de APPs com espécies exóticas nas pequenas propriedades; anistia de reserva legal para propriedades com até quatro módulos fiscais; dispensa de APPs para reservatórios antigos de hidrelétricas e represas de abastecimento; dispensa de APPs para lagos naturais de até 1ha de lâmina d'água; extinção da proteção de rios intermitentes; redução das APPs de topos de morro, com mudança no método de definição da área a ser preservada; definição do leito regular dos cursos de água como ponto de referência para medir APPs, autorizando desmatamentos em áreas antes preservadas que consideravam o leito maior; entre outras.

As flexibilizações do Novo Código ainda podem ser ampliadas, pois a matéria e os pontos modificados pela Medida Provisória serão devolvidos ao Congresso. A Medida Provisória tem até o dia 08/10/2012 para ser votada, sem perder a validade. Se aprovada na Câmara, vai ao Senado e, caso seja alterada, voltará para a análise dos deputados.

O fator desencadeante da atual revisão do Código Florestal foi em grande parte a aprovação, em 2009, do Código Ambiental de Santa Catarina, o qual será abordado na seção a seguir.

2.2.2 Âmbito Estadual

Da mesma forma do que ocorreu na maior parte do território brasileiro, o Estado de Santa Catarina apresentou um histórico de intensa devastação. Durante muitos anos, as principais preocupações em relação à cobertura florestal por parte do governo do Estado, limitaram-se a questões em prol a continuidade da ascensão econômica gerada pelo setor madeireiro (BOHN, 1990).

A Lei nº 10.472/1997, que dispõe sobre a Política Florestal do Estado, surgiu somente nove anos após a autonomia concedida pela Constituição Federal de 1988, a qual atribuía competência a União, Estados e Distrito Federal de legislar sobre as florestas.

A respectiva legislação, que regulamentou a preservação, conservação e utilização dos recursos florestais do Estado, estabeleceu uma série de critérios para a supressão, utilização e extração da Mata Atlântica, os quais podem ser constatados nos artigos 18 e 19 da lei:

Art. 18 - A utilização ou extração seletiva de espécies de áreas cobertas por floresta primária ou secundária da Mata Atlântica, poderá ser deferida pela Fundação do Meio Ambiente - FATMA, desde que:

I - não se promova a supressão de espécies, por práticas de roçadas, bosqueamentos e similares;

II - seja elaborado projeto de manejo fundamentado, entre outros aspectos, em estudos técnico-científicos de estoques e de capacidade e sustentabilidade das espécies a manejar;

III - sejam indicados a localização exata da área a utilizar e o dimensionamento da extração máxima anual das espécies a serem manejadas;

Parágrafo Único - A definição de vegetação primária e secundária nos estágios avançado médio e inicial de regeneração da Mata Atlântica e seus respectivos parâmetros são os estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA para Santa Catarina.

Art. 19 - A supressão a corte raso da Mata Atlântica será admitida apenas no estágio inicial de regeneração natural.

Doze anos após a sua implementação, foi aprovado sob protestos de ambientalistas, resistência do Ministério do Meio Ambiente e do Ministério Público Federal, o Código Estadual do Meio Ambiente.

Instituído pela Lei nº 14.675/2009, o Código Estadual do Meio Ambiente, popularmente chamado de Código Ambiental, definiu os princípios de uma Política de Meio Ambiente para o Estado.

Entre as suas principais disposições, destaca-se a drástica redução das áreas de preservação permanente de nascentes e cursos de água, as quais podem ser conferidas no artigo apresentado a seguir.

Art. 114. São consideradas áreas de preservação permanente, pelo simples efeito desta Lei, as florestas e demais formas de cobertura vegetal situadas:

I - ao longo dos rios ou de qualquer curso de água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

a) para propriedades com até 50 (cinquenta) ha:

1. 5 (cinco) metros para os cursos de água inferiores a 5 (cinco) metros de largura;

2. 10 (dez) metros para os cursos de água que tenham de 5 (cinco) até 10 (dez) metros de largura;

3. 10 (dez) metros acrescidos de 50% (cinquenta por cento) da medida excedente a 10 (dez) metros, para cursos de água que tenham largura superior a 10 (dez) metros;

b) para propriedades acima de 50 (cinquenta) ha:

1. 10 (dez) metros para os cursos de água que tenham até 10 (dez) metros de largura; e

2. 10 (dez) metros acrescidos de 50% (cinquenta por cento) da medida excedente a 10 (dez) metros, para cursos de água que tenham largura superior a 10 (dez) metros;

II - em banhados de altitude, respeitando-se uma bordadura mínima de 10 (dez) metros a partir da área úmida;

III - nas nascentes, qualquer que seja a sua situação topográfica, com largura mínima de 10 (dez) metros, podendo ser esta alterada de acordo com critérios técnicos definidos pela EPAGRI e respeitando-se as áreas consolidadas;

IV - no topo de morros e de montanha;

V - em vegetação de restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VI - nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo; e

VII - em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.



Capítulo 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Cecropia glaziovii Snethl | Bacia do Ribeirão Fortaleza - Blumenau/SC. Fonte: Arquivo pessoal (2011).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada na presente pesquisa caracteriza-se por uma abordagem de natureza quali-quantitativa. Do ponto de vista dos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva e explicativa, apoiada em pesquisas bibliográficas, documentais e em produtos temáticos obtidos a partir de técnicas de geoprocessamento e medidas de ecologia da paisagem. Tem como estudo de caso a Bacia do Ribeirão Fortaleza no município de Blumenau/SC.

O percurso metodológico adotado foi dividido em 4 etapas:

- a) Revisão bibliográfica;
- b) Coleta de dados;
- c) Elaboração dos mapas temáticos;
- d) Análise quantitativa da estrutura da paisagem.

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica objetivou contextualizar a temática abordada. Inicialmente, foram revisados os conceitos e métodos de ecologia da paisagem que norteiam a pesquisa, e uma breve revisão da legislação ambiental que rege sobre a cobertura florestal brasileira. Posteriormente foram levantadas informações multidisciplinares acerca da área de estudo, evidenciando seus aspectos socioeconômicos, físico-naturais, históricos, sua problemática ambiental e planejamento urbano.

Realizaram-se nesta etapa pesquisas bibliográficas e documentais. A pesquisa bibliográfica baseou-se em livros, teses, dissertações, artigos e periódicos; e as fontes documentais em dados censitários do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), legislações federais, estaduais e municipais (estas vigentes entre os períodos de 1850-2009 obtidas junto à Secretaria de Planejamento Urbano do município - SEPLAN), e fotografias e cartografias obtidas no Arquivo Histórico Municipal.

Após a revisão bibliográfica, procedeu-se a segunda etapa do procedimento metodológico, a qual é detalhada na seção a seguir.

3.2 COLETA DE DADOS

Nesta etapa foram verificados e coletados todos os materiais disponíveis que pudessem servir de base para elucidar o processo de antropização da paisagem da bacia. Foram disponibilizados pela Secretaria de Planejamento Urbano de Blumenau (SEPLAN) em formato digital, os seguintes materiais:

Produto	Ano	Escala	Formato	Executor
Imagem de Satélite Quickbird ¹⁸	2009	-	Raster	Digital Globe
Restituição Aerofotogramétrica ¹⁹	2003	1/10000	Vetorial (.dwg)	Aeroimagem
Ortofotos Aéreas	2003	1/8000	Raster	Aeroimagem
Fotos Aéreas	1993	1/8000	Raster	Aeroimagem
Fotos Aéreas	1981	1/8000	Raster	Aerofoto Cruzeiro S.A
Fotos Aéreas	1972	1/8000	Raster	-

Quadro 02: Materiais disponibilizados pela Secretaria de Planejamento Urbano de Blumenau (SEPLAN) utilizados na pesquisa.

Os softwares empregados nas atividades relacionadas ao geoprocessamento foram: AutoCad 2010 e ArcGis 10 - na elaboração dos mapas temáticos; e software V-LATE 2.0 na análise quantitativa da estrutura da paisagem.

3.3 ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

A fim de caracterizar a área de estudo, foram elaborados mapas temáticos de Bairros, Sistema Viário, Hidrografia, Hipsometria,

¹⁸ Sensor Multiespectral com resolução espacial de 2,4m.

¹⁹ Contendo os seguintes vetores: hidrografia, curvas de nível, vegetação, sistema viário, caminhos, edificações, limite de bairros e limite municipal.

Declividade, Cheias e Ocupação do Solo para os anos de 1972, 1981, 1993, 2003 e 2009.

Como base cartográfica, foi utilizada a restituição aerofotogramétrica digital na escala 1/10.000 do ano de 2003. A base cartográfica com elipsóide SAD 69 foi transformada para SIRGAS 2000, de acordo com as orientações da resolução 01/2005 publicada pelo IBGE no ano de 2005, a qual estabelece a mudança do referencial geodésico brasileiro.

Os procedimentos metodológicos adotados na elaboração dos mapas temáticos de ocupação do solo merecem evidência, uma vez que foram utilizados como base para a quantificação das medidas da estrutura da paisagem na etapa seguinte.

As fotos aéreas (1972, 1981 e 1993), ortofotos (2003) e imagem de satélite (2009) foram importadas no software ArcGis 10, e incorporadas na base cartográfica por meio de pontos de controle. Os pontos de controle foram obtidos por intermédio de feições possíveis de serem identificadas nas fotos/imagem e na base cartográfica, tais como intersecções de vias e quinas de edificações.

Foram georreferenciadas ao todo, 50 fotos áreas e 1 imagem de satélite, selecionando-se em média 6 pontos de controle por fotografia e 12 pontos de controle para a imagem de satélite, distribuídos de acordo com a complexidade da paisagem.

Após a seleção dos pontos de controle, averiguou-se a precisão do georreferenciamento. Utilizando transformações geométricas polinomiais de 1ª e 2ª ordens, obtiveram-se erros quadráticos médios (RMS) inferiores à 2m, considerados satisfatórios para a escala e objetivos do trabalho²⁰.

Notou-se que nas partes de menor altitude da Bacia, obteve-se um georreferenciamento mais preciso do que nas partes altas da Bacia. Isso está relacionado à dificuldade de identificação de pontos de controle nas áreas cobertas por vegetação.

Realizada a análise sobre a precisão do georreferenciamento, as fotos e ortofotos (com resolução espacial de aproximadamente 0,50m) tiveram sua resolução espacial reamostrada para 2,4 metros, compatível com a resolução espacial da imagem de satélite, a fim de permitir a comparação. O método de interpolação utilizado para a

²⁰ Segundo Novo (1992), é desejável que o erro esteja por volta de aproximadamente 1 pixel.

reamostragem foi a bilinear, que “toma por base os valores de DNs²¹ dos quatro vizinhos mais próximos ao centro do novo pixel, calculando uma média ponderada pelas distâncias dos centros desses quatro vizinhos ao centro do novo pixel” (CRÓSTA, 1993, p.162).

Após o processo de reamostragem dos pixels, foi realizado o recorte dos mosaicos e da imagem de satélite utilizando o polígono vetorial da Bacia hidrográfica, a fim de facilitar o processamento dos dados.

Da posse dos mosaicos e imagem de satélite georreferenciados, reamostrados e recortados, iniciou-se o processo de interpretação visual.

Considerando os elementos de reconhecimento e identificação citados por Anderson (1982) como: tonalidade, forma, padrão, densidade, declividade, textura, tamanho, sombra, posição, e adjacências, foram vetorizados no software ArcGis 10, as seguintes classes de ocupação do solo:

- a) Cobertura florestal: áreas ocupadas por formações florestais nativas nos diferentes estágios de regeneração;
- b) Agricultura/pastagem: áreas ocupadas por atividades agrícolas, pecuária intensiva e extensiva e/ou áreas cobertas por gramíneas, sem uso definitivo, estando sujeitas à regeneração de sua vegetação original ou posterior uso com outro tipo de ocupação;
- c) Área urbanizada: áreas ocupadas por edificações e sistema viário;
- d) Solo exposto: áreas com solo desprotegido;
- e) Reflorestamento com espécies exóticas: áreas ocupadas com plantios de *Pinus ssp* e *Eucalyptus ssp*;
- f) Águas²².

Após vários testes, foi adotado o uso de uma única escala de trabalho (no monitor) de 1/5.000, aproximadamente, pois se observou que quando se aumenta demasiadamente a escala, o intérprete se confunde com a quantidade de detalhes e não consegue seguir uma linha de interpretação coerente.

²¹ DNs - Números digitais de cada pixel.

²² Devido às pequenas dimensões dos cursos de água da Bacia, eles não aparecem na escala adotada para a interpretação visual, apenas os maiores corpos d' água como as lagoas.

O trabalho de interpretação visual foi iniciado com a imagem de satélite de 2009; em seguida foram interpretados as ortofotos de 2003 e os mosaicos fotogramétricos de 1993, 1981 e 1972.

É importante salientar que o conhecimento prévio do intérprete sobre a área de estudos foi de fundamental importância para a interpretação das informações.

Após a elaboração dos mapas temáticos de ocupação do solo, partiu-se para a última etapa do procedimento metodológico, a qual é detalhada na seção a seguir.

3.4 ANÁLISE QUANTITATIVA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM

Para a análise quantitativa da estrutura da paisagem, as classes de ocupação do solo dos anos de 1972, 1981, 1993, 2003 e 2009 elaboradas na etapa anterior, foram submetidas ao software V-LATE 2.0 para a extração das medidas da ecologia da paisagem.

Foram computadas cinco categorias de medidas²³ (em nível de classe e paisagem), conforme as definições de Lang, Blaschke (2009) e McGarigal e Marks (1995)²⁴(Quadro 03).

As medidas extraídas foram tabuladas em planilhas do programa Excel e seus resultados apresentados na forma de tabelas e gráficos.

²³ As medidas foram selecionadas segundo o seu significado ecológico, simplicidade de interpretação e consagração de seu uso na bibliografia especializada.

²⁴ Pesquisadores de países com clima temperado, Lang, Blaschke e McGarigal e Marks, oferecem uma metodologia particularmente pertinente ao Brasil, visto o seu vasto território e a riqueza de paisagens de grande valor ecológico. Seus métodos permitem avaliar a estrutura da paisagem, subsidiando as tomadas de decisão e o processo de planejamento e monitoramento ambiental.

Categoria	Nível	Medida	Un	Forma de Cálculo	Questionamento ecológico	Crítérios/Princípios de interpretação
Áreas	Classe	Área da Classe	ha	Soma da área de todas as manchas da classe	Qual é a área da classe?	Aproxima-se de zero à medida que o tipo de mancha tornar-se mais rara na paisagem
	Paisagem	Área total da paisagem	ha	Soma de todas as manchas que compõe a paisagem	Qual é o tamanho total da paisagem?	-
	Classe	Percentagem da paisagem pertencente a cada classe	%	Relaciona as duas medidas anteriores de forma relativa	Qual é o percentual da área de uma determinada classe na paisagem?	Permite comparações entre as classes e a definição da matriz. A matriz será a classe com maior percentual na paisagem.
	Classe	Índice da maior mancha	%	Percentual que a maior mancha da classe ocupa na paisagem	Qual é o percentual da maior mancha de uma determinada classe na paisagem?	-
Densidade, tamanho e variabilidade das manchas	Classe	Número de manchas	un	Soma do número de manchas presente na classe	Quantas manchas por classe?	Valores altos podem ser indicativos de fragmentação
	Classe	Tamanho médio das manchas	ha	Média entre as áreas de todas as manchas da classe	Qual é o tamanho médio das manchas?	Valores pequenos podem ser indicativos de fragmentação
Bordas	Classe	Soma das bordas	m	Soma de todas as bordas da classe	Qual é a extensão total das bordas da classe na paisagem?	Podem ser indicativos de fragmentação e diversidade.
	Classe	Densidade das bordas	m/ha	Soma de todas as bordas da classe dividido pela área total da paisagem	Qual é a densidade das bordas?	Valores altos implicam maior efeito de borda
Formas	Classe	Índice médio de forma	-	Média do índice de forma das manchas da classe	Quão compactas são as manchas em comparação a forma circular de mesma área?	Valores menores indicam manchas de formas simples, benéficas para conservação
Vizinho mais próximo	Classe	Distância média do vizinho mais próximo	m	Soma de todas as distâncias entre cada mancha e o vizinho mais próximo de mesma classe, dividido pelo número de manchas da classe	Qual é a distância média das manchas vizinhas de mesma classe?	Permite tomar conhecimento sobre o grau de isolamento das manchas. Sob o ponto de vista ecológico, quanto menor for a distância entre as manchas de mesma classe, maior a chance de trocas de materiais genéticos entre populações separadas de uma mesma espécie

Quadro 03: Medidas utilizadas para a análise quantitativa da estrutura da paisagem. Fonte: Adaptado de Lang, Blashke (2009); McGarigal, Marks (1995).



Capítulo 4 | ÁREA DE ESTUDO

Myrsine coriacea | Bacia do Ribeirão Fortaleza - Blumenau/SC. Fonte: Arquivo pessoal (2011).

4. ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU E DA BACIA DO RIBEIRÃO FORTALEZA

A cidade de Blumenau está localizada na zona fisiográfica do estado de Santa Catarina designada como Bacia do rio Itajaí²⁵. Situa-se aos 26° 55' 10" de Latitude Sul e aos 49° 03' 58" de Longitude Oeste de Greenwich, a 140 km da capital Florianópolis por via rodoviária.

Possui uma área territorial de 520,52 km², sendo 206,81 km² (39,8%) de área urbana e 313,71km² (60,2%) de área rural. Tem como limite os seguintes municípios: ao Norte: Jaraguá do Sul e Massaranduba; ao Sul: Guabiruba, Botuverá e Indaial; a Leste: Luís Alves e Gaspar; a Oeste: Indaial, Timbó e Pomerode.

A Bacia do Ribeirão Fortaleza, sub-bacia da bacia do rio Itajaí, situa-se na porção leste do município. Com uma área territorial de 16,33 km², é composta por cinco bairros: Fortaleza, Fortaleza Alta, Itoupava Norte, Nova Esperança e Tribess (APÊNDICE A - Mapa Temático de Bairros). É cortada no sentido leste-oeste pela rodovia BR-470 (principal acesso a cidade), e no sentido norte-sul pelas ruas Francisco Vahldieck, Samuel Morse, Theodor Kleine, Hermann Tribess, Fritz Spernau e Paul Fritz Kuehnrich - principais acessos ao centro da cidade (APÊNDICE B - Mapa Temático de Sistema Viário).



Fig. 02: BR-470; **Fig.03:** Rua Francisco Vahldieck. Fonte: Arquivo Pessoal, 2011.

²⁵ A bacia hidrográfica do rio Itajaí é a maior vertente atlântica do estado de Santa Catarina. Possui uma área de drenagem de 15.500Km², correspondendo a 16,5% do território catarinense. Segundo o censo do IBGE (2000), a população que ocupa a bacia é de aproximadamente um milhão e cem mil habitantes (18,6% da população do estado), distribuídas em 52 municípios (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

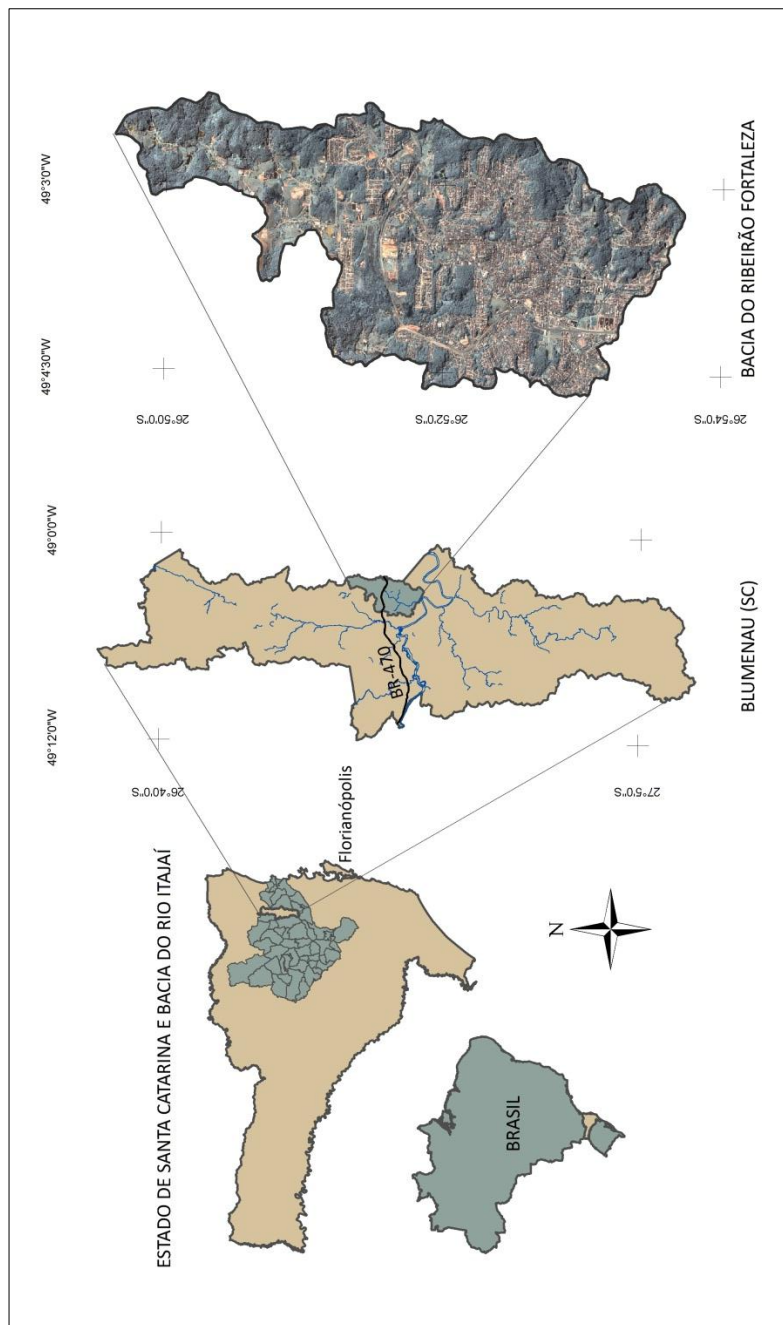


Fig. 04: Localização da área. Fonte dos dados: Base cartográfica do IBGE esc. 1/50.000; Restituição aerofotogramétrica digital esc. 1/10.000 (2003) - Secretaria de Planejamento Urbano de Blumenau (2009). Elaboração: Lucas da Silva Rudolpho (2011).

4.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

A principal atividade econômica de Blumenau é a indústria têxtil, responsável por fabricantes de grande porte como a Cia. Hering, a Dudalina, a Karsten, e a Teka. Junto com Joinville, são os maiores centros industriais do estado.

O último censo realizado pelo IBGE em 2010 apontou uma população total de 309.214 habitantes, colocando-a na posição de terceira maior cidade do estado. Destas, 294.968 (95,4%) residem em área urbana, e 14.246 (4,6%) em área rural.

Através dos dados temporais dos CENSOS do IBGE, observa-se que a população do município sextuplicou nos últimos sessenta anos, passando de 48.108 habitantes em 1950, para 309.214 habitantes em 2010. Observa-se ainda, um aumento expressivo da população urbana, e uma diminuição da população rural do município, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 01: Evolução da população urbana e rural do município de Blumenau

Ano	População urbana	%	População rural	%	Total
1950	24.443	50,8	23.665	49,2	48.108
1960	47.740	71,5	19.038	28,5	66.778
1970	86.519	86,3	13.756	13,7	100.275
1980	146.001	92,8	11.257	7,2	157.258
1991	186.943	87,9	25.735	12,1	221.678
2000	241.987	92,4	19.881	7,6	261.868
2010	294.968	95,4	14.246	4,6	309.214

Fonte: Dados Censitários do IBGE (1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010).

Nas últimas décadas, a região da Bacia do Ribeirão Fortaleza tem ganhado destaque no desenvolvimento da cidade, classificando-se entre as áreas de maior crescimento.

Na porção central e sul da Bacia (fig.05) predominam os usos comerciais e residenciais, e na porção norte (fig.06) destacam-se os usos industriais, agrícolas e residenciais, com padrão econômico de classe média.



Fig. 05: Paisagem da porção Central e Sul da Bacia. Fonte: Arquivo pessoal (2011).



Fig. 06: Paisagem da porção Norte da Bacia. Fonte: Arquivo pessoal (2011).

4.3 ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS

4.3.1 Rede hidrográfica

Blumenau é uma cidade com características físico-naturais ambientalmente sensíveis. Tem como principal elemento natural o rio Itajaí-açú, que a corta no sentido oeste-leste, e periodicamente causa inundações. O rio Itajaí-açú é o maior curso de água da bacia do Itajaí, formado pela junção dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí do Sul, no município de Rio do Sul. Percorre 300 quilômetros desde suas nascentes até a foz no oceano Atlântico, localizada entre as cidades de Itajaí e Navegantes (BRANDT, et al. 2010).

O perfil longitudinal do rio Itajaí-açú em Blumenau, possui declividade entre 0,66 e 0,033%. A baixa declividade e o alto índice pluviométrico, associados ao desmatamento, assoreamento e ocupação irregular do solo, fazem com que o município seja alvo de enchentes (AUMOND, et al. 2009).

Ao passar por Blumenau, o rio Itajaí-açú (fig.07) recebe como tributários principais os seguintes ribeirões: Itoupava, Fortaleza e do Testo - na sua margem esquerda, e os ribeirões da Velha e Garcia - na sua margem direita.

O Ribeirão Fortaleza, principal curso de água da bacia em estudo (fig.08), tem suas nascentes na divisa com o município de Luís Alves. Percorre uma extensão de aproximadamente 9,4 km, até a sua foz no rio Itajaí-açú. Apesar de perene²⁶, sua vazão encontra-se bastante afetada em qualidade e quantidade, devido ao elevado índice de ocupação que sua bacia está submetida. De acordo com a classificação de cursos de água de Strahler²⁷ (apud Silva, 2000; Silveira, 2007; Cunha, 2001), são encontrados na bacia canais desde a primeira ordem até a quarta ordem (APÊNDICE C - Mapa Temático de Hidrografia).

²⁶ "Cursos de água perene são os que possuem escoamento permanente, independente das estações do ano, períodos ou regimes de precipitação" (DURLO; SUTILI, 2005, p.25).

²⁷ Segundo Strahler, os cursos de água podem ser classificados em ordens distintas, de acordo com seu fluxo hidrológico: cursos de água sem tributários são considerados de primeira ordem; cursos de água de segunda ordem são originados da confluência de dois cursos de água de primeira ordem, podendo ter também afluentes de primeira ordem; cursos de água de terceira ordem são originados da confluência de dois cursos de água de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente (SILVA, 2000; SILVEIRA, 2007; CUNHA, 2001).



Fig. 07: Rio Itajaí-açu; **Fig. 08:** Ribeirão Fortaleza. Fonte: Arquivo Pessoal, 2011.

4.3.2 Geomorfologia

Outro elemento característico da paisagem de Blumenau é a geomorfologia. Inserida na unidade denominada de escudo catarinense, caracteriza-se por encostas íngremes e vales profundos, favorecendo os processos erosivos, principalmente quando desprovidos de vegetação.

A topografia é bastante acidentada, apresentando grandes variações de altitude. A área mais acidentada do município encontra-se na região sul, onde se localiza o Morro Santo Antônio, ponto culminante com 970 metros de altitude. Já nas planícies do rio Itajaí-açu e seus afluentes, as altitudes ficam abaixo de 15 metros. A altitude média é de 21 metros acima do nível do mar.

Na área de estudo são encontradas altitudes variando entre 2,00m nas planícies de inundação do Ribeirão Fortaleza, até 220 metros junto aos divisores de água na face leste da bacia (APÊNDICE D - Mapa Temático de Hipsometria). Em relação à declividade, predominam classes inferiores a 30%. As áreas mais declivosas também estão localizadas na face leste da bacia (APÊNDICE E - Mapa Temático de Declividade).

4.3.3 Geologia

Geologicamente, são encontrados quatro pacotes de rochas em Blumenau: Complexo Luiz Alves, Complexo Metamórfico Brusque, Grupo Itajaí, e Sedimentos Quaternários Recentes (XAVIER, 1996).

O Complexo Luiz Alves, presente na porção central e norte do município, onde está localizada a área de estudo, é formado principalmente por gnaisses granulíticos, blastomilonitos, quartzitos, anortositos e rochas ultramáficas. Constituem-se em rochas com espesso manto de alteração, predominantemente argilo-arenoso, de baixa porosidade e permeabilidade. Trata-se de áreas com topografia mais suave e com menores problemas de geotecnia (XAVIER, 1996).

O Complexo Metamórfico Brusque, presente no extremo sul do município, é formado por filitos, xistos, quartzitos, metavulcânicas básicas e ácidas. A alteração dessas rochas resulta em um solo argiloso, de cor vermelha e marrom, de caráter invariavelmente plástico e impermeável. Constitui a área mais acidentada e preservada do município, onde se localizam suas principais nascentes (XAVIER, 1996).

O grupo Itajaí, presente na porção sul do município, é formado por rochas sedimentares, como as Formações Garcia (arenitos, ardósias, siltitos, folhelhos e mais raramente conglomerados); Campo Alegre (tufos riódacíticos e diques de riolitos) e Baú (conglomerados petromícticos). Apresentam frequentes falhamentos, pequenos dobramentos e localmente mergulhos acentuados. O solo nesta porção é bastante heterogêneo, podendo variar de siltico-argiloso a arenoso, sendo portanto, suscetível a erosão. Constitui na área mais sensível e crítica à urbanização (XAVIER, 1996).

Os Sedimentos Quaternários recentes, presentes nas planícies ao longo dos leitos do rio Itajaí-açú e seus afluentes, são constituídos por materiais arenosos, siltosos, siltoargilosos, matacões e mais raramente bolsões argilosos mais puros e argilas orgânicas escuras. Essas áreas planas são as mais urbanizadas, apresentando problemas de inundações graduais periódicas. As planícies secundárias, em vales mais estreitos, estão sujeitas a inundações bruscas com erosão intensa e ocasionalmente corridas de lama local (XAVIER, 1996).

4.3.4 Vegetação

A vegetação original remanescente do município de Blumenau integra o Bioma Mata Atlântica²⁸ e pertence à Floresta Ombrófila

²⁸ A mata atlântica abriga mais de 20 mil espécies de plantas, das quais 50% são endêmicas, ou seja, espécies que não existem em nenhum outro lugar. É a floresta mais rica do mundo

Densa. Trata-se de uma cobertura florestal exuberante, complexa e heterogênea, com árvores de porte avantajado, com até 40 metros de altura.

A floresta Ombrófila Densa pode ser subdividida em quatro tipos de formações, com aspectos e composições distintas: a das *terras baixas* (em planícies aluviais com altitude até 30 metros); a *submontana* (em altitudes entre 30 e 400 metros); a *montana* (entre 400 e 800 metros); e a *altomontana* (localizada acima de 800 metros de altitude). Aquelas localizadas em altitudes até 800m caracterizam-se por florestas altas, com presença de espécies valiosas como as canelas, cedros e perobas, intensamente exploradas no passado. Já as localizadas em altitudes superiores a 800m, caracterizam-se por espécies arbóreas-arbustivas, mais baixas e menos densas, devido as condições adversas da altitude (SEVEGNANI, 2002).

A estrutura original da Floresta Ombrófila Densa encontra-se intensamente descaracterizada. As áreas mais devastadas foram aquelas situadas nos fundos de vale, para o consumo de madeira de lei, formação de pastagens e áreas agrícolas, abertura de ruas e construção de moradias (ASSUNÇÃO; ZIMMERMANN, 2009). A maior concentração de espécies remanescentes pode ser encontrada na área sul do município, protegidas pela iniciativa pública e privada sob a forma de parques e reservas.



Figs. 09 e 10: Parque Nacional da Serra do Itajaí²⁹. Fonte: Lúcia Sevegnani.

em árvores por unidade de área, com 454 espécies/ha no sul da Bahia (SCHAFFER; PROCHNOW, 2002, p.12).

²⁹ Criado em 4 de junho de 2004, o Parque Nacional da Serra do Itajaí possui uma área de 57.374 ha e altitudes que variam de 80 a 1039 metros, abrangendo nove municípios de Santa Catarina: Blumenau, Indaial, Botuverá, Gaspar, Vidal Ramos, Apiúna, Guabiruba, Ascurra e Presidente Nereu. Possui uma riquíssima biodiversidade, com amostras representativas da Floresta Ombrófila Densa e da fauna silvestre.

Atualmente, a maior parte da cobertura florestal que recobre o município de Blumenau apresenta-se como vegetação secundária. Segundo Sevegnani (2002, p.95), “a vegetação secundária é aquela que surge após o corte raso da floresta que antes ocorria no local. Muitas vezes o corte é seguido pelo fogo, pelo cultivo e posterior abandono.”

A vegetação secundária pode ser dividida em três estágios de regeneração: estágio inicial (capoeirinha); estágio médio (capoeira); e estágio avançado (capoeirão)³⁰ (SHAFFER; PROCHNOW, 2002). As características de cada estágio de regeneração estão definidas em leis federais e estaduais. Para o estado de Santa Catarina, estas características estão dispostas na Resolução CONAMA nº 4/94 de 04/05/94, que regulamenta o Decreto nº 750/93.

Apesar da predominância de vegetação secundária, levantamentos florísticos desenvolvidos na Bacia do Ribeirão Fortaleza por Ghoddosi, Torres e Montebeller (2010), associados a reconhecimento e registros fotográficos realizados in loco pelo autor, revelaram uma rica diversidade de espécies, comprovando a importância da sua preservação.

Foram amostradas 65 espécies nativas pertencentes a 26 famílias (ANEXO A), e 22 espécies exóticas³¹ pertencentes a 17 famílias (ANEXO B). As espécies encontravam-se em pequenos fragmentos de vegetação secundária nos diferentes estágios de regeneração, composição florística e estrutura fitossociológica³² (GHODDOSI; TORRES; MONTEBELLER, 2010). Duas das espécies nativas amostradas encontram-se na lista das ameaçadas de extinção (MMA, 2008): *Ocotea odorifera*³³ (sassafrás) e *Euterpe edulis*³⁴ (palmiteiro).

³⁰ Os termos capoeirinha, capoeira e capoeirão, são comumente utilizados no estado de Santa Catarina para a distinção dos diversos estágios de regeneração. Estes termos podem variar nos demais Estados.

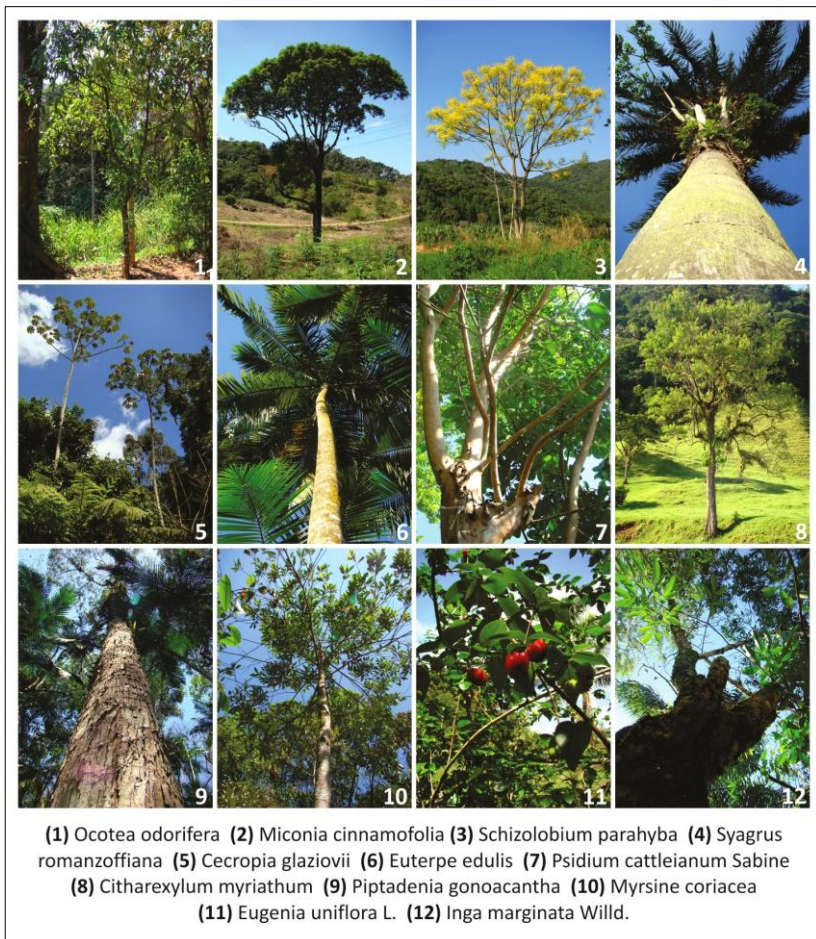
³¹ Espécies exóticas são aquelas que se encontram fora de sua área de distribuição natural.

³² As superfícies mais florestadas foram encontradas na face leste da Bacia, junto ao limite com o município de Gaspar. Nas áreas centrais com superfície mais urbanizada encontrou-se a vegetação bastante esparsa, em jardins de propriedades rurais e vazios urbanos.

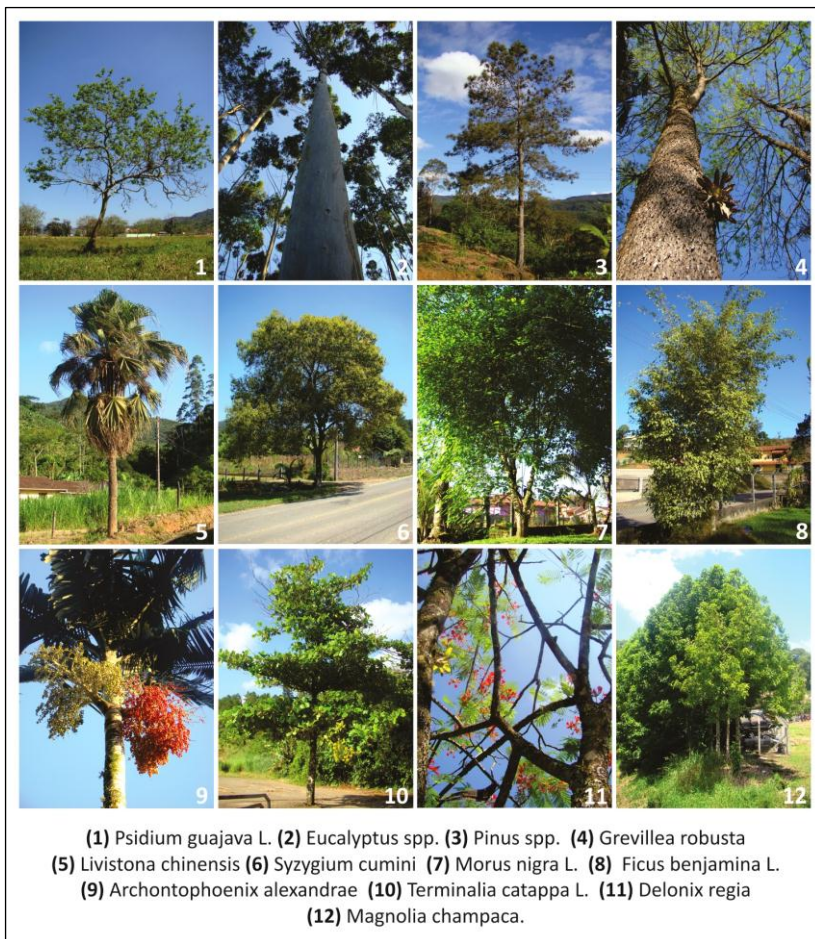
³³ Devido a grande utilidade, a *Ocotea odorifera* sofreu grande predação. Exerceu-se sobre ela uma forte seleção negativa, devido à retirada dos indivíduos maiores e mais sadios para uso da madeira e extração de safrol. Facilmente reconhecida por seu aroma, seus frutos são muito apreciados pela fauna (BACKES; IRGANG, 2002).

³⁴ *Euterpe edulis* está sob constante pressão de exploração predatória clandestina. Esta exploração predatória afeta a estrutura de tamanho e genética da espécie, com forte impacto sobre as populações de animais nativos, pois trata-se de uma fonte alimentar importante para a fauna, especialmente durante o outono e inverno.

A seguir, são apresentados registros fotográficos de algumas espécies nativas (quadro 04) e exóticas (quadro 05) identificadas in loco pelo autor.



Quadro 04: Espécies nativas amostradas pelo autor na Bacia do Ribeirão Fortaleza. Fonte: Acervo pessoal (2011).



Quadro 05: Espécies exóticas amostradas pelo autor na Bacia do Ribeirão Fortaleza. Fonte: Acervo pessoal (2011).

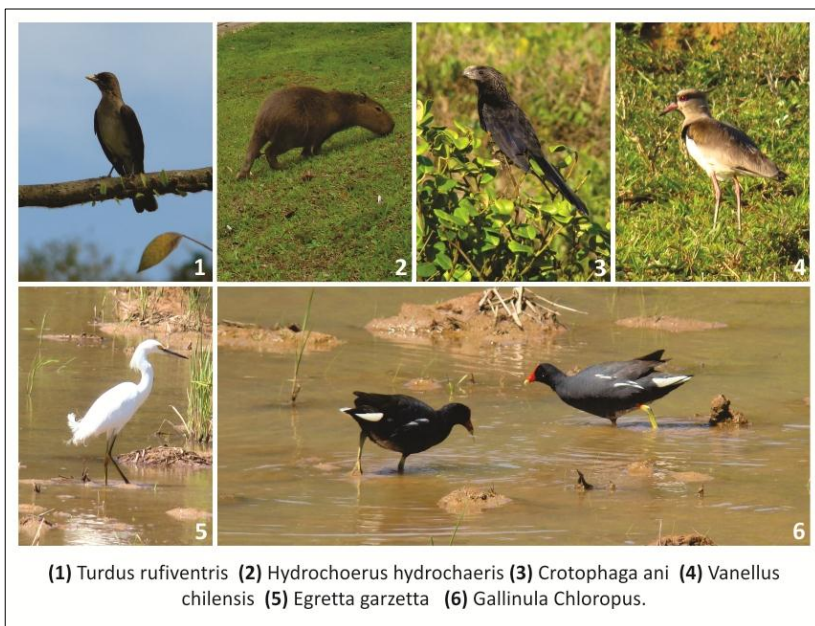
4.3.5 Fauna

A vegetação está intimamente relacionada com a presença da fauna silvestre. Nas formações vegetais que ainda resistem à urbanização, é possível encontrar capivaras, cutias, bugios, quero-queros, mergulhões e garças brancas, além de aves de pequeno porte.

A diversidade aumenta consideravelmente em áreas menos antropizadas, como parques, reservas e áreas rurais.

As atividades de caça, agricultura intensiva, extração de madeira e desmatamento para o uso do solo, têm contribuído na extinção das espécies. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2003), algumas espécies como o morcego, bugio, jaguatirica, gato-do-mato e gato maracujá, que habitam a região, encontram-se na lista das espécies ameaçadas de extinção.

São apresentadas a seguir, algumas espécies faunísticas registradas in loco pelo autor na Bacia do Ribeirão Fortaleza.



Quadro 06: Espécies faunísticas registradas pelo autor na Bacia do Ribeirão Fortaleza. Fonte: Acervo pessoal (2011).

4.3.6 Clima

O clima do município de Blumenau é fortemente influenciado pelo relevo da bacia do Itajaí. As altas serras ao oeste e sul o protegem dos ventos frios vindos do sudoeste no inverno, e atuam no sentido de elevar a temperatura no verão. Classificado como subtropical úmido

para todas as estações do ano, o clima é caracterizado por verões quentes e chuvosos, com umidade relativa alta, estações bem definidas e invernos secos.

As médias do número de dias de chuvas ao ano, variam de 120 e 180 dias. Durante as estações chuvosas há, em média, 15 dias de chuva ao mês. A média das precipitações anuais em Blumenau situa-se em 1610 mm (SILVA; SEVERO, 2009).

Os principais dados climatológicos são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 02: Dados climatológicos de Blumenau.

Indicador	Índice
Temperatura média mensal	20,1 °C
Temperatura média máxima	27,0 °C
Temperatura média mínima	16,1 °C
Média do mês + quente (Janeiro)	31,9 °C
Média do mês + frio (julho)	11,5 °C
Temperatura mais quente registrada (janeiro de 1988)	42º C
Temperatura mais fria registrada (agosto de 1992)	-1ºC
Umidade relativa do ar	84,20%
Evaporação total mensal	45,3 piche
Insolação mensal	139,95 h
Pressão atmosférica mensal	1.013,05 mb
Velocidade média dos ventos	1,20 m/s
Pluviosidade	1610 mm ao ano

Fonte: Adaptado de SIGAD, 2009.

4.4 A ANTROPIZAÇÃO DA PAISAGEM

A antropização da paisagem do município de Blumenau tem início com a chegada dos primeiros colonizadores europeus ao Vale do

Itajaí, em 1850. Motivados pelo sonho de se tornarem proprietários de terras, que lhes faltara na reestruturação política, econômica e fundiária da Europa com o advento do capitalismo no século XIX, e pelas intenções do Império em colonizar as extensas áreas vazias no Sul do Brasil, o filósofo alemão Dr. Hermann Bruno Otto Blumenau, juntamente com 17 imigrantes europeus, fundam em 2 de setembro de 1850, a colônia Blumenau.

O sítio escolhido para a implantação da colônia particular agrícola foi o último trecho navegável do rio Itajaí-açú, no encontro do Ribeirão da Velha com o rio Itajaí-açú, conforme relata Deeke:

A primeira clareira foi aberta na desembocadura do Ribeirão da Velha, na beira da selva (boca da mata), onde foi erguida a primeira casa. Na sequência dos trabalhos de implantação da colônia, fizeram derrubadas em grandes áreas de florestas as margens do ribeirão Garcia e, nas clareiras abertas, plantaram tanto grama para pastagem, como milho, aipim, batata e feijão preto, para consumo dos colonos (DEEKE, 1995, p.44).



Fig. 11: Primeiros imigrantes de Blumenau. **Fig. 12:** Chegada dos imigrantes.
Fonte: Arquivo Histórico de Blumenau.

O início da colonização foi marcado por grandes dificuldades. Exigia dos colonos muito trabalho na derrubada da mata para o cultivo; na construção de estradas e casas na técnica enxaimel; na defesa dos ataques dos índios³⁵ e animais selvagens; no enfrentamento de

³⁵ Os índios que habitavam a região eram chamados de xoclengues, apelidados pelos imigrantes europeus de botocudos, devido a um botoque de madeira que usavam no lábio

doenças tropicais - diferentes daquelas que estavam habituados na Alemanha; e na adaptação ao clima tropical e isolamento da colônia.

O planejamento da região teve início com os engenheiros August Wunderwald e Emil Odebrecht. Sob a ordem do Dr. Blumenau, fundador e diretor da colônia, iniciaram em 1852, os trabalhos de medição e demarcação dos lotes urbanos e rurais.

Esses pioneiros, com seus facões e teodolitos, foram os primeiros planejadores de Blumenau, concebida inicialmente para atender apenas aos objetivos de uma colônia agrícola, e não para os interesses da cidade que surgiria.

O processo de planejamento e desenvolvimento da cidade foi fortemente condicionado pelo acesso à água, pela navegabilidade do rio Itajaí-açú e pela topografia acidentada.

O processo de colonização seguiu os cursos dos rios, dos ribeirões, dos riachos, com os caminhos abertos a facão, no meio do mato, acompanhando os fundos de vale, que eram mais planos. A partir dessas picadas, os lotes coloniais eram traçados de forma que todos pudessem contar com acesso a água para irrigar a lavoura, para consumo doméstico e, em certos casos, para o transporte. Esta ligação com a água e com os primeiros caminhos, associada à topografia extremamente acidentada de Blumenau, gerou lotes estreitos e compridos, paralelos entre si, e perpendiculares tanto ao rio, quanto ao caminho e às curvas de nível (SIEBERT, 2000, p.190).

Em 22 de agosto de 1852 foram entregues os dez primeiros lotes coloniais aos imigrantes, dentre eles, ao naturalista Fritz Muller³⁶.

As propriedades possuíam as seguintes dimensões: de 100 a 200 metros de frente e 800 a 1000 metros de profundidade. Iniciavam na margem do rio e subiam as encostas até o divisor de águas. “Não era exigido que o colono mantivesse faixas de preservação da

inferior. Em pequenos grupos, viviam da coleta, da pesca e da caça, mantendo uma relação de interdependência com a natureza (FRANK; LIBERATO; SEDLACEK, 2008).

³⁶ Cientista e naturalista alemão, chegou em Blumenau em 1852, dedicando grande parte de sua vida aos estudos da fauna e flora catarinense.

vegetação nativa, ao contrário, a administração da colônia estimulava a expansão do cultivo agrícola” (SIEBERT, 2009, p.42).

Os caminhos entre os lotes coloniais eram feitos por picadas as margens de rios que vieram a se tornar as vias arteriais do município³⁷. Nos vales mais estreitos e íngremes, a abertura dos caminhos acarretou no corte das encostas, aprisionando a via entre o rio e o morro (Fig.13).

Primeiramente, as famílias se fixavam na sede da colônia, que ficava junto à foz do Ribeirão Garcia. Com o crescimento da colônia e a demarcação dos lotes cada vez mais distante, os colonos começaram a morar nos próprios lotes agrícolas, dispersando a ocupação na malha urbana.



Fig.13: Ruas encravadas entre rios e morros. Bairro Progresso em Blumenau.
Fonte: Eraldo Schnaider, 2008.

Esta estrutura fundiária colonial, marcada pela ocupação de áreas ambientalmente sensíveis como as situadas em margens de rios e encostas, definiu um modelo de ocupação que determinou fortemente o futuro do desenvolvimento urbano da cidade de Blumenau.

A industrialização foi o grande fator indutor e condicionador da urbanização. A partir de 1880, a economia da cidade – baseada inicialmente na agricultura e na extração de madeira – evoluiu para a industrialização com forte especialização no setor têxtil³⁸, trazendo

³⁷ A transformação das antigas picadas no principal sistema viário de Blumenau gerou vários pontos de estrangulamento que, nos eventos de inundações e escorregamentos, podem deixar bairros inteiros sem acesso (SIEBERT, 2009).

³⁸ Em 1880 os irmãos alemães Bruno e Hermann Hering fundaram a indústria têxtil Hering, a primeira do Brasil, localizada na Rua XV de Novembro, próxima ao rio Itajaí-açú. A indústria

consigo crescimento populacional e a gradual mecanização do território. O transporte fluvial foi aos poucos abandonado; a estrada de ferro construída foi posteriormente desativada (década de 1970), consolidando, a partir de então, a rede rodoviária como único meio de transporte (SIEBERT, 2009; 2000).

Assim como a maioria das cidades seccionadas por um curso de água de grande porte, Blumenau segmentou-se em duas margens com ocupação diferenciada: margem direita e margem esquerda (onde está localizada a área de estudo).

“A margem direita do rio Itajaí-açu, constituída pelas regiões sul, central e oeste [...] se desenvolveu antes da margem esquerda, que só foi efetivamente urbanizada a partir da construção das pontes que vieram a substituir a travessia por balsas” (SIEBERT, 2000, p.185).

Estas informações podem ser visualizadas nos produtos cartográficos disponíveis do município (1864, 1872, 1900, 1938, 1955, 1968, 1974, 1984, 1993 e 2003)³⁹. No primeiro registro cartográfico elaborado em 1864 – quatorze anos após a fundação da Colônia – é possível observar os lotes coloniais demarcados e numerados, perpendiculares aos cursos de água, assim como o traçado dos primeiros caminhos coloniais, hoje principais eixos viários da cidade (fig.14). Observa-se neste período, que ainda não haviam sido construídas pontes sobre o Rio Itajaí-açu, sendo a travessia realizada apenas por intermédio de balsas.

Intitulado como *“Karte des bewohnten Theils der Colonie Blumenau Süd-Brasilien”* ou Mapa da área habitada da Colônia Blumenau no Sul do País, o mapa incorpora ainda algumas palavras da língua portuguesa ou tupy-guarani, como por exemplo, “Fortaleza

iniciou o processo de industrialização na cidade, quebrando o ciclo de manufatura ligado ao setor primário.

³⁹ Serão analisados nesta seção apenas os registros cartográficos disponíveis até 1972 – data na qual se inicia a análise temporal pretendida pelo respectivo estudo – cujo resultado é apresentado no capítulo seguinte. Deve ser ressaltada que a precisão cartográfica destes registros, principalmente os mais antigos – quando ainda não havia o apoio de levantamentos aerofotogramétricos – é bastante precária. No entanto, achou-se pertinente apresentá-los, pois possuem clareza suficiente para ilustrar o processo de antropização da paisagem estudada.

Bach” ou Ribeirão Fortaleza, principal curso de água da Bacia em estudo. No entanto, apesar de constar seu nome no registro cartográfico, a região havia sido ainda muito pouco loteada, com a presença apenas de um lote junto à foz no Rio Itajaí-açú (fig.14).

No segundo registro cartográfico, elaborado em 1872 – vinte e dois anos após a fundação da Colônia – é possível observar que continuava não havendo pontes sobre o rio Itajaí-açú (fig.15). A divisão dos lotes coloniais mantinha-se no mesmo sistema, com glebas estreitas e compridas, perpendiculares aos cursos de água e caminhos, estendendo-se neste momento para diversas direções. Não consta neste mapa o traçado do Ribeirão Fortaleza, sugerindo-nos de que a área de estudo continuava sendo ainda muito pouco ocupada. Como alterações na paisagem da área de estudo em relação ao registro anterior, percebe-se a presença de um maior número de lotes avançando para o interior da Bacia.

Em 1900 é elaborado um mapa somente para a área central, e em 1938 – oitenta e oito anos após a fundação da Colônia – realizado um registro cartográfico para todo o município, generalizando o centro da cidade como uma grande mancha (fig.16). Apesar desta generalização, é um mapa de grande importância, pois apresenta a ocupação da região da Bacia do Ribeirão Fortaleza. Neste período, a área de estudo encontrava-se totalmente parcelada em lotes no mesmo sistema colonial, muitos deles transformados posteriormente em loteamentos, com ruas transversais às vias principais e poucas ligações entre si. Percebe-se também a presença das primeiras vias da área: Francisco Vahldieck, Hermann Tribess e Rua 2 de setembro, junto à foz do Ribeirão Fortaleza.

Duas pontes sobre o Rio Itajaí-açú fazendo a ligação das margens, haviam sido construídas: Ponte Lauro Muller (1913), conhecida como Ponte do Salto, ligando os bairros Salto e Salto do Norte; e a Ponte Aldo de Andrade (1931), conhecida como Ponte da Estrada de Ferro⁴⁰, ligando o Centro à Ponta Aguda.

Em 1955 um novo registro cartográfico é elaborado (fig.17). Com características urbanas bem claras, é o primeiro em que não aparece a demarcação dos lotes coloniais. Neste, a malha viária é toda

⁴⁰ Desconhece-se o motivo pelo qual o traçado desta ponte não constar no mapeamento de 1938.

nomeada, deixando claro o papel organizador que o sistema viário havia assumido no espaço urbano.

Quatro pontes já haviam sido construídas sobre o rio Itajaí-açú⁴¹, entre elas a ponte Eng. Antônio Vitorino Álvaro Filho (1939), conhecida como Ponte dos Arcos, ligando os Bairros Ponta Aguda e Vorstadt; e a Ponte Irineu Bornhausen (1953), conhecida como Ponte das Gaitas Hering, ligando os bairros Itoupava Seca e Itoupava Norte. Localizada no ponto onde por muitos anos havia funcionado um serviço de balsas, a ponte Irineu Bornhausen possibilitou o desenvolvimento para o interior da área de estudo, visto que antes a ocupação se limitava às proximidades do Rio Itajaí-açú.

Apesar de existirem quatro pontes fazendo a ligação das margens no período, a ocupação urbana ainda ocorria predominantemente na margem direita. A região da Bacia do Ribeirão Fortaleza, assim como toda a região Norte, situada na margem esquerda, não aparece neste registro, certamente por ainda possuir uma ocupação predominantemente rural.

Somente em 1968, com um novo registro cartográfico, a região da Bacia do Ribeirão Fortaleza volta a ser representada (fig.18), mas é a partir de 1970, com a ampliação do perímetro urbano em zonas antes rurais como os Bairros Fortaleza e Tribess (ver APÊNDICE A - Mapa Temático de Bairros) que a área ganha impulso, no que diz respeito ao crescimento populacional e urbano, e é a partir desta, que se inicia a análise temporal pretendida pelo respectivo estudo, cujos resultados são apresentados no capítulo seguinte.

⁴¹ A quinta ponte, nomeada como Adolfo Konder - fazendo a ligação entre o Centro e a Ponta Aguda - só viria a ser inaugurada em 1957, aparecendo neste mapa como ponte projetada.

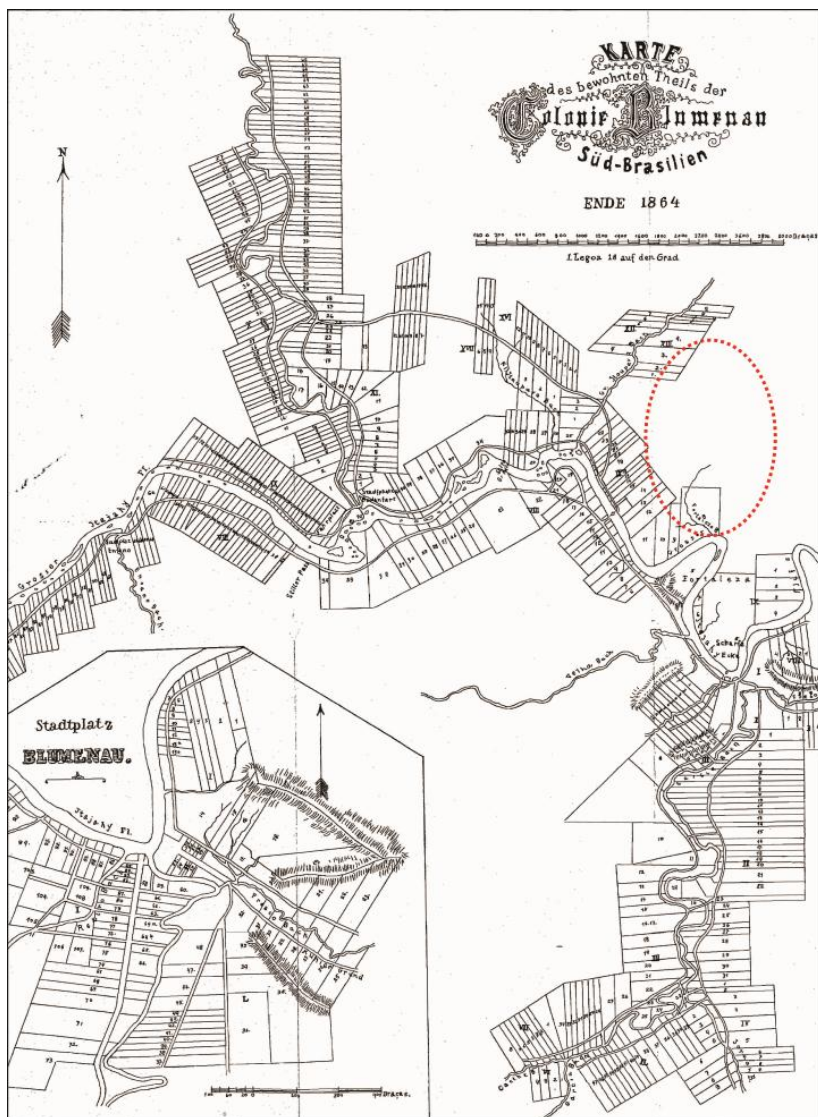


Fig.14: Mapa da Colônia Blumenau em 1864, com destaque para a localização (aproximada) da Bacia do Ribeirão Fortaleza.

Fonte: Arquivo Histórico de Blumenau

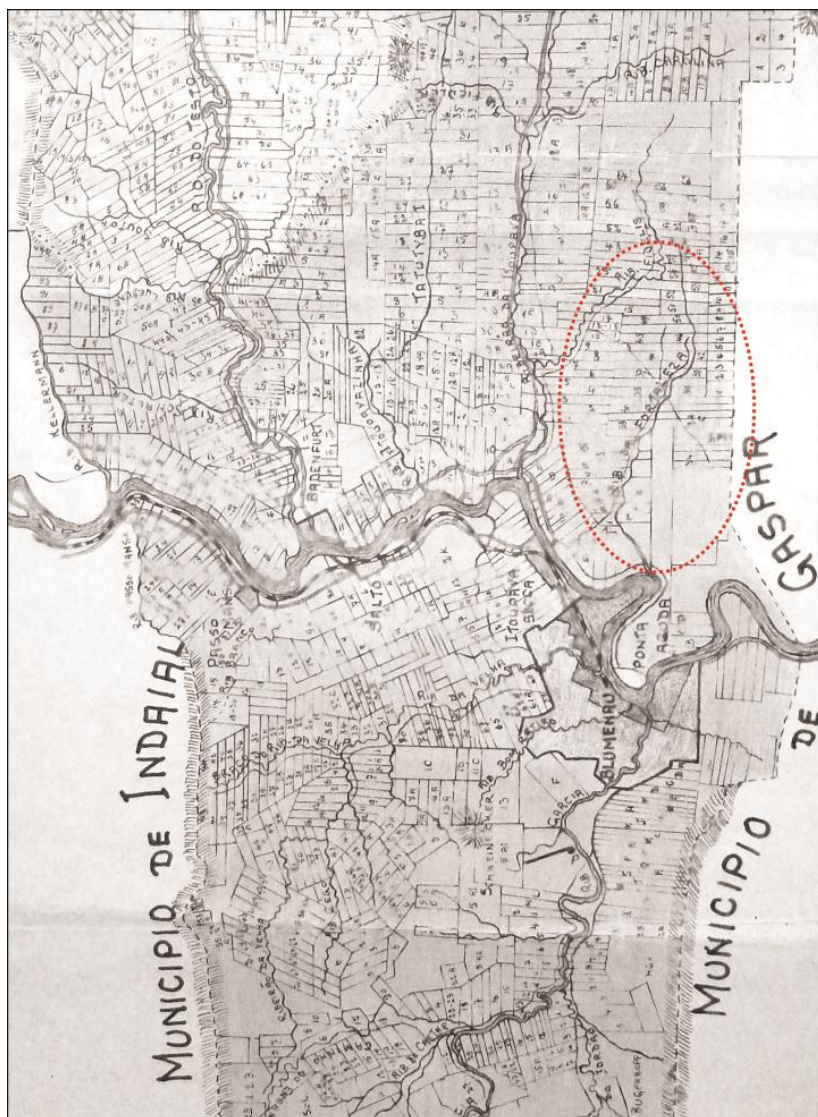


Fig.16: Mapa do Município de Blumenau em 1938, com destaque para a localização (aproximada) da Baía do Ribeirão Fortaleza.

Fonte: Arquivo Histórico de Blumenau.

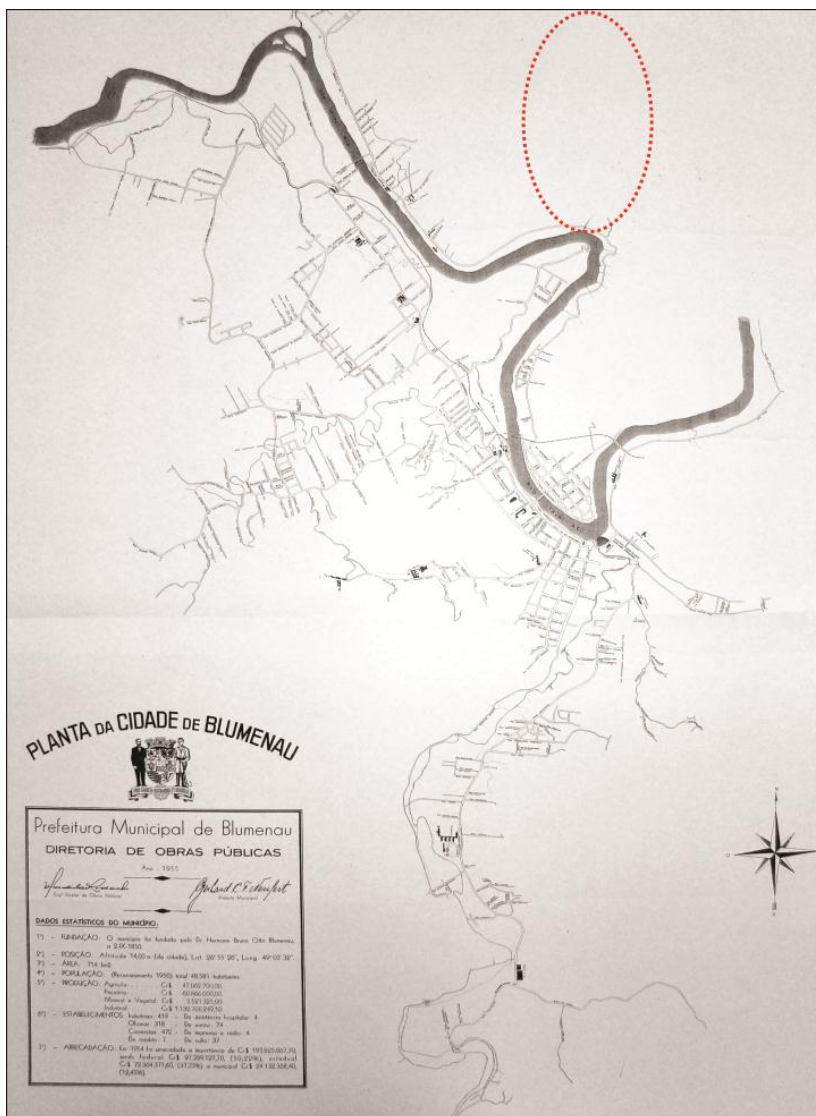


Fig.17: Planta do Município de Blumenau em 1955, com destaque para a localização (aproximada) da Bacia do Ribeirão Fortaleza.

Fonte: Arquivo Histórico de Blumenau.

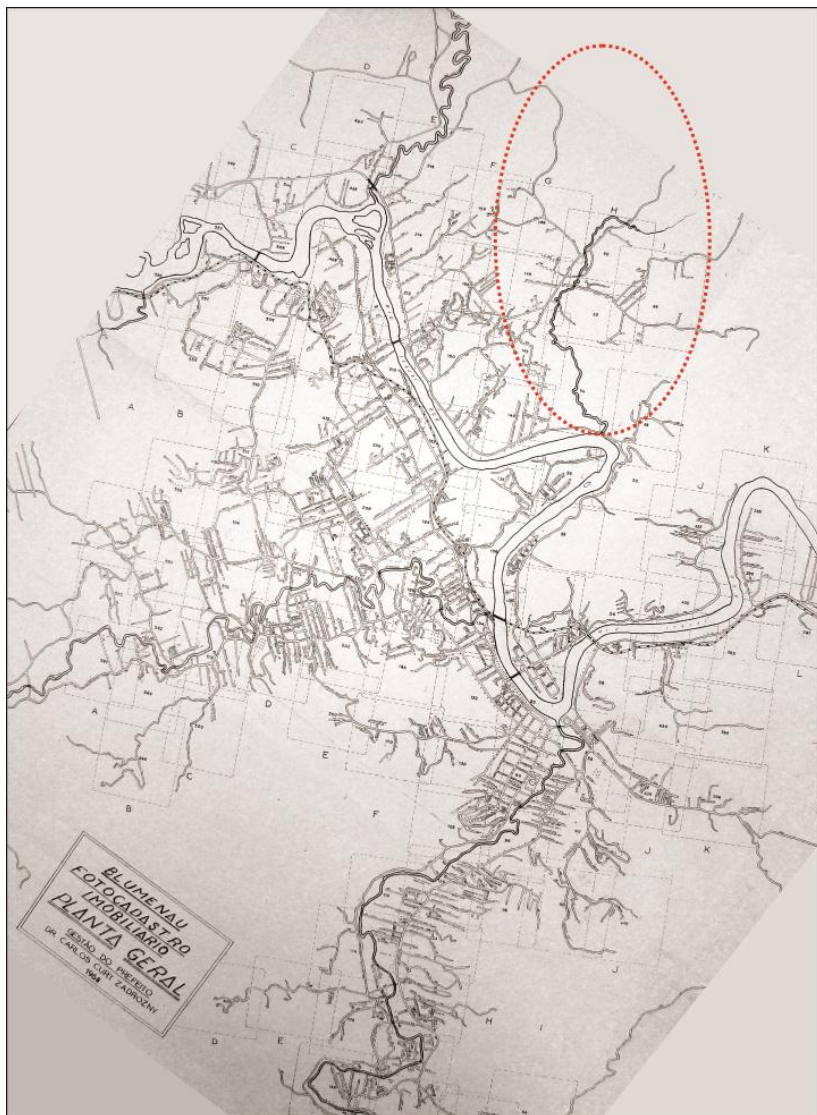


Fig.18: Planta do Município de Blumenau em 1968, com destaque para a localização (aproximada) da Bacia do Ribeirão Fortaleza.

Fonte: Arquivo Histórico de Blumenau.

4.5 DESASTRES AMBIENTAIS

A problemática ambiental da cidade de Blumenau é tão antiga quanto à história de seu desenvolvimento.

Segundo Ab'Saber (1997):

A cidade (...) herdou graves problemas relacionados ao sítio onde nasceu e cresceu. Localizada na retro-terra do baixo Vale do Itajaí, em uma estreita planície do piemonte das serranias acidentadas que ali fazem às vezes de Serra do Mar, a cidade possui sérios problemas de enchentes periódicas, incidência de escorregamentos de terra nas encostas dos morros, exigüidade de espaços urbanizáveis, e pressões para ocupação de difícil viabilização (AB'SABER, 1997).

4.5.1 Enchentes

As enchentes estão entre os principais problemas ambientais do município, atingindo tanto áreas rurais quanto áreas urbanas. Esses fenômenos naturais ocorrem freqüentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes, intensas e/ou de longa duração, sendo intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo homem, como a impermeabilização do solo, retificação dos cursos de água, redução dos canais devido a obras ou por assoreamento, e desmatamento das bacias hidrográficas⁴² (BRASIL; IPT, 2007; TUCCI, 2005).

A ocupação pela urbanização do leito secundário dos cursos de água (área na qual o rio se movimenta), força a convivência do homem com as enchentes, transformando um fenômeno natural em catástrofe socialmente construída.

⁴² A cobertura florestal tem a capacidade de armazenar grande parte do volume de água precipitado pela interceptação vegetal, aumentar a evapotranspiração e reduzir a velocidade do escoamento superficial pela bacia hidrográfica. Quando é retirada a cobertura florestal, a tendência é aumentar o volume escoado, as enchentes e a redução das estiagens, aumentando a variabilidade das vazões (TUCCI, 2005).

O Vale do Itajaí, e em especial a cidade de Blumenau, estão bastante propícios a esses fenômenos naturais, devido ao formato da bacia hidrográfica e da declividade dos cursos de água que compõem a sua rede de drenagem⁴³.

As enchentes sempre estiveram presentes na história da cidade. Ela contém aspectos importantes, que não podem ser desconsiderados em futuras estratégias e ações que visem a resolver os problemas ambientais.

A primeira grande cheia registrada (16,30m) remonta ao ano de 1852, dois anos após a fundação da colônia, e desde então, a cidade já foi inundada 85 vezes. Isto equivale, num período de 160 anos, a uma frequência superior a uma enchente a cada dois anos.

Tabela 03: Relação dos picos de enchentes registradas em Blumenau, desde a sua fundação.

Ano	Data	Cota	Ano	Data	Cota	Ano	Data	Cota
1852	29/10	16.30	1936	06/08	10.40	1973	28/07	09.35
1855	20/11	13.30	1939	27/11	11.45	1973	29/08	12.35
1862	00/11	09.00	1943	03/08	10.50	1975	04/10	12.63
1864	17/09	10.00	1946	02/02	09.45	1975	13/12	08.50
1868	27/11	13.30	1948	17/05	11.85	1976	15/05	08.30
1869	21/10	11.00	1950	17/10	09.45	1976	29/05	10.85
1870	11/10	10.00	1953	01/11	09.65	1977	18/08	09.15
1880	23/09	17.10	1954	08/05	09.56	1978	26/12	11.50
1888	00/01	12.80	1954	22/11	12.53	1979	10/05	09.45
1891	18/06	13.80	1955	20/05	10.61	1979	09/11	10.45
1898	01/05	12.80	1957	20/07	09.28	1980	31/07	08.40
1898	25/12	11.30	1957	02/08	10.60	1980	22/12	13.27

⁴³ Antes de chegar em Blumenau, o rio Itajaí-açú e seus afluentes percorrem um trecho com alta declividade, passando de 327 metros de altitude no município de Rio do Sul para 18,5 metros de altitude na Usina Salto em Blumenau. Do centro urbano de Blumenau até a sua foz no município de Itajaí, o rio Itajaí-açú percorre áreas com declividade muito baixa, formando grandes planícies de inundação. Essa característica física, a baixa declividade, principalmente a partir de Blumenau, faz com que o município seja muito vulnerável a enchente (AUMOND, et al. 2009).

1900	02/10	12.80	1957	18/08	13.07	1982	15/11	08.65
1911	02/10	16.90	1957	16/09	09.44	1983	04/03	10.60
1911	29/10	09.86	1961	12/09	10.35	1983	20/05	12.52
1923	20/06	09.00	1961	30/09	09.63	1983	09/07	15.34
1925	14/05	10.30	1961	01/11	12.49	1983	24/09	11.75
1926	14/01	09.50	1962	09/09	08.94	1984	07/08	15.46
1927	09/10	12.30	1962	21/09	09.29	1990	21/07	08.82
1928	31/05	08.20	1963	29/09	09.67	1992	29/05	12.80
1928	18/06	11.76	1966	13/02	10.07	1992	01/07	10.62
1928	15/08	10.82	1967	18/02	10.50	1997	01/02	09.44
1928	17/09	10.30	1969	06/04	10.14	1998	28/04	08.24
1931	02/05	11.05	1971	09/06	10.35	1999	03/07	08.26
1931	14/09	11.25	1972	17/08	10.70	2001	01/10	11.02
1931	18/09	11.53	1972	29/08	11.35	2008	23/11	11.52
1932	25/05	09.75	1973	25/06	11.30	2009	29/09	08.06
1933	04/10	11.85	1973	03/07	09.00	2010	26/04	08.46
1935	24/09	11.65	1973	22/07	09.30	2011	08/09	12.00

Fonte: Defesa Civil de Blumenau, 2011.

A maior enchente que se tem registro na história da cidade ocorreu em setembro de 1880. As águas subiram ao nível de 17,10 metros, ocasionando grandes perdas materiais e vidas humanas.

Abaixo, um trecho do relatório do “Kolonie Zeitung” (Jornal de Joinville), de 9 de outubro de 1880, extraído do livro de José Deeke, relatando o episódio:

A colônia Blumenau foi atingida por uma grande desgraça. Depois de vários dias de chuva, imprevista e inesperadamente, na madrugada de 22 para 23 de setembro, sobreveio um verdadeiro dilúvio, desabando com tal intensidade, que o Itajaí subiu de forma tão assustadora e com tamanha rapidez jamais vista, atingindo uma altura de 17,10m acima do nível normal, em consequência, um grande número de

pessoas conseguiu salvar somente a própria vida (DEEKE, 1995, p.90).

Em julho de 1983 e agosto de 1984, Blumenau voltou a sofrer com grandes enchentes, que inundaram aproximadamente 70% de sua área urbana. Em 1983, as águas subiram ao nível de 15,34 metros, mantendo-se elevado durante dez dias (fig.19). No Vale do Itajaí, mais de 150 mil pessoas ficaram desalojadas e os prejuízos atingiram a soma de U\$1,1 bilhão. Em 1984, uma nova enchente atingiu o nível de 15,46 metros (fig.20), agravando ainda mais a situação crítica em que vivia o Vale.



Fig. 19 e 20: Enchente de 1983 e 1984. Centro de Blumenau/SC.

Fonte: Defesa Civil de Blumenau.

Apesar das enchentes ocorrerem desde o início da colonização, sua frequência tem aumentado proporcionalmente ao crescimento populacional e ao processo de urbanização⁴⁴ da cidade.

Várias medidas não estruturais foram implementadas no Vale do Itajaí para o seu gerenciamento. Em Blumenau, o estudo dos períodos de retorno das cheias deu origem a Carta de Enchente⁴⁵, cujo traçado considerou quatro diferentes níveis de inundação: 10,00 metros, com período de retorno de 4 anos; 12,00 metros, com período de retorno de 7 anos; 15,46 metros, com período de retorno de 40 anos; e 17,00 metros, com período de retorno de 180 anos (SCHULT, PINHEIRO, 2003).

⁴⁴ Para Spirn (1995), a urbanização pode aumentar a taxa média anual das enchentes em até seis vezes, ocasionada pela rápida drenagem da água da chuva e várzeas mais estreitas e rasas, comprimidas por edificações e entupidas por sedimentos.

⁴⁵ Desenvolvida pelo Instituto de Pesquisas Ambientais - IPA da FURB a partir de dados da enchente de 1984.

Analisando as superfícies de inundação da área estudada (APÊNDICE F - Mapa Temático de Cheias), observa-se que as regiões mais vulneráveis estão localizadas próximas ao Terminal Fortaleza – uma das áreas mais baixas da cidade (figs. 21 e 22) – margeando o Ribeirão Fortaleza em direção Norte até a porção central do recorte e estendendo-se ao sul até a sua foz no Rio Itajaí-açú.



Figs. 21 e 22: Enchente em 2011 na região do Terminal Fortaleza.

Fonte: Maitê Luciani e Débora Petri (2011).

4.5.2 Deslizamentos de encosta

As grandes enchentes provocaram uma mudança profunda no modelo de urbanização de Blumenau. As áreas inundáveis foram verticalizadas para a classe média, e a população carente, sem condições de arcar sozinha com os custos de um apartamento, sobrou como alternativa para fugir das enchentes, a ocupação dos morros em áreas de risco de deslizamento. A ocupação dessas áreas com edificações precárias, em sistema de autoconstrução, sem drenagem e com remoção da vegetação, tem resultado em desastres periódicos nos períodos de maior precipitação (SIEBERT, 2009).



Fig. 23: Deslizamento em novembro de 2008. Morro dos Coripós⁴⁶, Blumenau/SC. Fonte: Defesa Civil de Blumenau.

Exemplo disso foi o desastre que assolou Blumenau e outras cidades do Vale do Itajaí, em novembro de 2008. Apesar do rio Itajaí-açu não ter atingido um nível superior ao das grandes enchentes de 1880, 1983 e 1984, foi o evento que mais trouxe estragos, pois além da enchente, conjugou mais dois fenômenos: a enxurrada⁴⁷ e os deslizamentos⁴⁸.

Para Siebert (2009, p.49), “o desastre de 2008 conjugou quatro causas imediatas: topografia acidentada; geologia frágil; precipitação intensa e prolongada que saturou o solo; e ocupação desordenada.”

⁴⁶ Um importante fator condutor da vulnerabilidade da paisagem, visível na figura 23, é a rede viária. A via pode ser um elemento de contenção da encosta, como pode ser o elemento indutor do deslizamento e da erosão. Atenta-se para a implantação inadequada da rede viária - transversal às curvas de nível, gerando corredores de erosão.

⁴⁷ As enxurradas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, e ocorrem principalmente em regiões de relevo acidentado, com alta energia de transporte, podendo ou não estar associada a áreas de domínio de processos fluviais (BRASIL; IPT, 2007).

⁴⁸ Os deslizamentos ocorrem naturalmente na superfície da terra, resultantes da ação contínua do intemperismo e dos processos erosivos, intensificados em locais onde as características naturais do terreno foram alteradas pela ação do homem, modificando suas condições de equilíbrio (VEDOVELLO; MACEDO, 2007).

Segundo estudos do Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri-Ciram), os eventos ocorreram predominantemente em áreas de preservação permanente de margens de rios e encostas, e a sua maioria eram antropizadas (AUMOND, et al. 2011).

Em Blumenau, 103.000 pessoas foram afetadas. Destas, 24 morreram; 25.000 ficaram desalojadas; 5.209 desabrigadas; e 2.383 pessoas ficaram feridas, configurando-se na maior catástrofe climática do município.



Figs 24 e 25: Desastre de novembro/2008. Fonte: Defesa Civil de Blumenau.

O problema das enchentes, enxurradas e deslizamentos de encosta, é a ponta do *iceberg* em que se aglutinam muitos outros problemas ambientais e sociais. O desmatamento da floresta ombrófila densa, a destruição das matas ciliares ao longo dos cursos de água, a poluição das águas, a descaracterização da paisagem por aterros e ocupação desordenada, e a invasão de áreas de preservação permanente estão entre as mais conhecidas.

4.6 PLANEJAMENTO URBANO

Ao longo da história de Blumenau, uma série de normas urbanísticas foram desenvolvidas com o intuito de moldar a paisagem da cidade segundo um padrão ideal pré-estabelecido. Cada uma dessas normas reflete claramente as idéias e tendências predominantes da sociedade na época, contribuindo na produção do espaço urbano.

Abordasse-a brevemente nessa seção, a evolução do planejamento urbano de Blumenau, desde seu primeiro Código de

Posturas em 1883, até a última revisão do Plano Diretor em 2006, enfatizando suas principais disposições quanto à cobertura florestal.

4.6.1 Os Códigos de Posturas de 1883, 1905 e 1923

O primeiro Código de Posturas de Blumenau foi aprovado em 1883 pela Assembléia Legislativa Provincial de Santa Catarina. Baseado nas necessidades prementes da época, o código abordava uma série de questões, entre as quais se destacam: a higiene, segurança, tranquilidade, lavoura, estradas e caminhos, construções, e uso de armas.

As proibições de assustar animais de montaria, de ter gado solto na rua, de amarrar animais nas ruas e praças, e de caçar com arma de fogo nas povoações, deixam claro o caráter rural que a sociedade possuía na época.

Em meio a esse contexto predominantemente rural, o código já apresentava as primeiras preocupações com a urbanização que se iniciava: construções cobertas por telhas, calçadas de 1,80m, ruas de no mínimo doze metros de largura (SIEBERT, 2000).

Abordando basicamente as mesmas questões do anterior, o Conselho Municipal de Blumenau aprovou em 1905 e em 1923 dois novos Códigos. Como uma versão simplificada do Código de 1883, o Código de 1905 acrescentava a preocupação com o embelezamento da cidade, e o Código de 1923 apresentava um maior detalhamento nos aspectos construtivos.

No período do Código de 1923, a urbanização da cidade avançava, porém ainda se convivia com aspectos rurais. “Ao mesmo tempo em que foram introduzidos dispositivos referentes a veículos motorizados [...], permaneciam ainda normas referentes à tração animal, como a proibição de correr em disparada a cavalo, amarrar animais em postes ou árvores [...]” (SIEBERT, 2000, p.116), entre outras.

No que tange à questão da cobertura florestal, encontra-se no artigo 188 deste código uma breve referência ambiental, determinando que nos morros que constituíssem divisores de águas só seria permitido o desmatamento até uma distância de cinquenta metros, contados dos respectivos cimos.

No final da década de trinta, o controle urbanístico tomou forma com o primeiro regulamento construtivo da cidade: O Código de Construções.

4.6.2 O Código de Construções de 1939

Aprovado em 1939 na administração do prefeito José Ferreira da Silva, o Código de Construções⁴⁹ estabeleceu uma série de procedimentos construtivos, muitos deles vigentes até os dias de hoje.

Dividiu o município em três grandes zonas: zona urbana (área compreendida dentro do perímetro urbano); zona suburbana (área compreendida fora da zona urbana onde era lançado o imposto predial); e zona rural (área compreendida fora das zonas urbana e suburbana).

A exemplo do que ocorria em todo o território brasileiro, o Código manifestava as preocupações estéticas e sanitárias da sociedade que o elaborou.

Havia recomendações, por exemplo, sobre o desenho dos gradis, sobre os motivos decorativos das portas e janelas, e sobre a pintura das edificações, prevendo inclusive a censura estética. Havia a preocupação com a harmonia da paisagem urbana, exigindo-se a continuidade das linhas das fachadas de um prédio a outro [...]; e com [...] a busca da urbanidade, através da exigência de no mínimo dois pavimentos para as edificações da área central [...] (SIEBERT, 2000, p. 118).

Quanto à proteção florestal, o Código previa que os fios condutores de energia deveriam ser esticados a uma distância razoável das árvores, e proibia as empresas detentoras desses serviços de cortarem ou podarem as mesmas. A derrubada da vegetação, especialmente as situadas nas coroas dos morros e junto às nascentes, era terminantemente proibida nas zonas urbanas e sub-urbanas, sendo permitida no entanto, sua supressão para os fins agrícolas e industriais.

⁴⁹ Decreto - Lei nº 45/1939.

Onze anos depois, Blumenau passou a contar com mais um instrumento de controle urbanístico: O Código de Posturas de 1948, apresentado na seção a seguir.

4.6.3 O Código de Posturas de 1948

Aprovado na administração do Prefeito Frederico Guilherme Busch Jr., o Código de Posturas de 1948⁵⁰ trouxe, além dos regulamentos construtivos presentes no Código de Construções, modernos preceitos urbanísticos, tais como a fixação de exigências de largura e inclinação para a abertura de novas vias, e recomendações de dimensionamento para novos lotes e quarteirões⁵¹.

As disposições sobre a caça e a pesca, as águas e os rios, e a proteção das florestas e espécimes vegetais raras, deixam claro as preocupações ambientais da época.

Com forte influência do Código Florestal Brasileiro de 1934, o Código de Posturas de 1948 proibiu o corte de qualquer vegetação situada dentro de um raio de seis quilômetros das nascentes dos cursos de água, e assegurou a proteção das florestas, quando servissem para alguma das funções: conservação do regime das águas; controle da erosão das terras pela ação de agentes naturais; garantia das condições de salubridade pública; resguardo de sítios que, por sua beleza, mereçam ser preservados; asilar espécimes raros pelo interesse biológico ou estético; entre outras.

O Código previa ainda a obrigatoriedade da drenagem de terrenos pantanosos ou de águas dormentes; a proibição da obstrução de cursos de água; e a obrigatoriedade de uma faixa de preservação de quinze metros das margens de cursos de água e nascentes para os casos de instalação de chiqueiros, privadas ou fossas sépticas.

Em 1974, o Código de Posturas volta a ser revisado, abordado na seção a seguir.

⁵⁰ Lei nº 37/1948.

⁵¹ O Código recomendava lotes com dimensões mínimas de 300 m² e máxima de 1000 m²; e quarteirões com dimensões entre 50 e 300 metros lineares.

4.6.4 O Código de Posturas de 1974

Elaborado na administração do prefeito Félix Christiano Theiss, o Código de Posturas de 1974⁵² explicitou pela primeira vez o objetivo geral da legislação, o qual era o de disciplinar o uso e gozo dos direitos individuais e do bem estar geral.

A expressão “Meio Ambiente” surge pela primeira vez na legislação urbanística de Blumenau, refletindo a tendência nacional de conscientização ambiental (SIEBERT, 2000).

Esta preocupação ambiental pode ser comprovada através das temáticas abordadas na legislação, tais como sobre o controle da água e do sistema de eliminação de dejetos; das queimadas e dos cortes de árvores e pastagens; da exploração de pedreiras, cascalheiras, olarias e depósitos de areia e saibro, entre outras.

No que tange à proteção da cobertura florestal, o Código adota os mesmos preceitos do Código de Posturas anterior, considerando neste as disposições do novo Código Florestal de 1965.

No final da década de setenta, época de grande crescimento industrial e demográfico, o controle do Estado sobre o espaço urbano se intensificou, através da elaboração do primeiro Plano Diretor do município, apresentado na seção a seguir.

4.6.5 O primeiro Plano Diretor - 1977

Elaborado pelo escritório do arquiteto Harry Cole, o primeiro Plano Diretor de Blumenau⁵³ foi aprovado em 1977, no mandato do prefeito Renato de Mello Viana.

Implantado em um período de intensa urbanização, possuía como objetivo controlar e disciplinar o crescimento do espaço urbano.

Dentre as suas principais contribuições, destacam-se as preocupações com o adensamento urbano e com a separação das funções urbanas através do zoneamento (estabelecendo zonas residenciais de densidades diversas, zonas industriais, zona agrícola, zona central, zona de expansão do centro, corredores de serviço, zonas

⁵² Lei nº 2.047/1974.

⁵³ Constituído pela Lei do Plano Diretor (nº 2.235/1977), e pelos Códigos de Zoneamento (Lei nº 2.242/1977), Parcelamento da Terra (Lei nº 2.263/1977) e Edificações (Lei nº 2.264/1977).

especiais e zonas recreativas); a definição de áreas de proteção paisagística ao longo de cursos de água e represas, considerando as disposições do Código Florestal Brasileiro de 1965; a previsão do alargamento do sistema viário arterial, por meio do recuo progressivo das edificações, entre outras.

Analisando o plano diretor de 1977, Siebert (2000, p.122) relata que seu maior equívoco refere-se à questão das enchentes:

O plano diretor de 1977 proibiu edificações apenas abaixo da cota de 10 metros acima do nível do mar. Por esse motivo, em um período de intensa urbanização e crescimento acelerado, grande extensão de área inundável foi ocupada por residências nas proximidades do centro de Blumenau, transformando em calamidade as enchentes de 1983 e 1984, que ultrapassaram a cota de 15 metros.

Somam-se a este problema: a oferta do maior coeficiente de aproveitamento da cidade para a área central - sobrecarregando o sistema viário e supervalorizando uma área já valorizada; e a desvalorização da paisagem dos morros na linha do horizonte, devido à falta de limite máximo de altura exigido para as edificações.

No mesmo ano da aprovação do Plano Diretor de 1977, criou-se o primeiro órgão municipal de controle ambiental do Brasil, a AEMA - Assessoria Especial do Meio Ambiente⁵⁴ (BACCA, 2007). Como as primeiras ações ambientais deste órgão, têm-se a criação das Zonas Especiais Residenciais (áreas de baixíssima densidade situadas acima da cota de 25m, já presentes no zoneamento do Plano Diretor de 1977); e a criação em 1980 de uma grande área de preservação permanente na região Sul⁵⁵.

Para Siebert (2000, p.123):

As justificativas para a definição desta área de preservação permanente foram bastante convincentes: seu relevo acidentado, sua rica rede de drenagem, a necessidade da preservação

⁵⁴ Atual FAEMA - Fundação Municipal do Meio Ambiente.

⁵⁵ Decreto nº 1.567/1977.

dos mananciais para abastecimento de água potável, o acelerado desmatamento e os processos erosivos dele decorrentes, a necessidade de equilibrar a vazão dos cursos de água e de preservar a fauna e a flora remanescentes. No entanto, as ocupações clandestinas das áreas delimitadas por este decreto continuaram acontecendo [...].

Em virtude da necessidade de alteração de alguns dispositivos estabelecidos pelo Plano Diretor – reflexo do grande crescimento urbano ocorrido entre os anos de 1970 e 1980 e das grandes enchentes de 1983 e 1984 – o Plano Diretor teve, após doze anos de vigência, a sua primeira revisão aprovada.

4.6.6 A primeira revisão do Plano Diretor - 1989

Elaborado por técnicos da Secretaria de Planejamento Urbano do Município, na administração do prefeito Vilson Pedro Kleinubing, o Plano Diretor de 1989 teve como principal objetivo garantir o equilíbrio entre o crescimento demográfico/econômico e a preservação da qualidade de vida.

As maiores contribuições deste plano para com o espaço urbano foram: a continuidade das preocupações com o sistema viário; a definição de um macrozoneamento, direcionando a expansão urbana; a redução dos índices urbanísticos do centro a fim de evitar seu excessivo adensamento, e aumento dos índices das regiões próximas a ele dotadas de infra-estrutura; a proibição do uso residencial abaixo da cota de doze metros; a definição de eixos industriais ao longo das rodovias de acesso à cidade (BR 470 e SC 474); a preservação do patrimônio histórico (através da criação de duas zonas de preservação com índices urbanísticos baixos a fim de desestimular a demolição de edificações históricas); e a preservação do meio ambiente, através da criação de áreas não edificáveis e não aterráveis ao longo dos cursos de água e de uma Zona de Preservação Ambiental.

No macrozoneamento, o município foi dividido em três grandes regiões: Sul, Central e Norte. A região Sul, em virtude de suas condicionantes físico-ambientais como relevo acidentado, geologia

frágil, cobertura florestal expressiva e mananciais de água potável, foi definida como área de preservação; a região Central, pela presença de vazios urbanos e infraestrutura já implantada, foi considerada como área de consolidação; e a região Norte, em função da disponibilidade de áreas planas, com geologia estável e livre de enchentes, foi considerada como área de expansão urbana.

Infelizmente, essas diretrizes não foram seguidas:

“As áreas de preservação da região Sul foram invadidas, muitos vazios urbanos da área central continuaram ociosos e não houve investimento de infra-estrutura na região Norte, que cresceu apenas devido à disponibilidade de áreas” (SIEBERT, 2000, p.125).

Em relação à ocupação de áreas inundáveis, o plano passou a considerar como áreas não edificáveis e não aterráveis (ANEAS), além daquelas localizadas abaixo da cota de 10 metros, faixas ao longo dos cursos de água. Para as margens do rio Itajaí-açu o Plano estipulou uma faixa de 33 metros e para os demais cursos de água faixas distintas, de acordo com o tamanho de sua área de drenagem: 5 metros para cursos de água com área de drenagem inferior a 1km²; 10 metros para cursos de água com área de drenagem entre 1 e 5km²; e 15 metros para cursos de água com área de drenagem superior a 5km².

Além da proteção dos ambientes marginais aos cursos de água, o Plano criava pela primeira vez a Zona de Preservação Ambiental - ZPA, que garantia a preservação e a manutenção da cobertura florestal em encostas com declividade superior à 45%.

Em 1996, o Plano Diretor de Blumenau recebeu a sua segunda revisão, apresentada na seção a seguir.

4.6.7 A segunda revisão do Plano Diretor - 1996/1997

Concebida em 1996 por técnicos do IPPUB - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Blumenau⁵⁶, atual SEPLAN - Secretaria de Planejamento Urbano, a segunda revisão do Plano

⁵⁶ Criado em 1996, através da Lei Complementar nº56/1996.

Diretor⁵⁷ foi sancionada somente em 1997, na administração do prefeito Décio Nery de Lima.

As maiores contribuições desse Plano para com o espaço urbano foram: a manutenção do êxito no aumento das restrições ao adensamento na área central; a preservação do patrimônio histórico e ambiental; e a criação das Zonas Recreacionais Urbanas (ZRU), localizadas nos fundos de vale e áreas inundáveis, com o objetivo de implantar parques e áreas de lazer (SIEBERT, 2000).

Em relação às áreas não edificáveis e não aterráveis (ANEAS), ocorreram modificações quanto ao tamanho das faixas marginais estabelecidas para os cursos de água. A faixa não edificável e não aterrável do rio Itajaí-açu aumentou de 33 metros para 45 metros, e as dos demais cursos de água diminuíram, passando a possuir as seguintes dimensões: 5 metros para cursos de água com área de drenagem de até 1km²; 8 metros para cursos de água com área de drenagem entre 1,1 e 5km²; 12 metros para cursos de água com área de drenagem entre 5,1 e 25km²; 16 metros para cursos de água com área de drenagem entre 25,1 e 125km²; e 20 metros para os cursos de água com área de drenagem superior à 125km².

Em 1997 e 1998, o Plano Diretor, que até o momento havia passado somente por revisões globais, passou a sofrer alterações pontuais. Nestes dois anos, seis leis complementares⁵⁸ modificaram dispositivos dos Códigos de Uso do Solo e de Edificações. Como a revisão e suas alterações não foram publicadas na forma de livro e internet encontrou-se grande dificuldade em saber o que realmente estava em vigor (SIEBERT, 2000).

Dez anos depois, o Plano Diretor de Blumenau teve a sua terceira revisão aprovada, a qual será abordada na seção a seguir.

4.6.8 A terceira revisão do Plano Diretor - 2006

Sob a coordenação da Secretaria Municipal de Planejamento Urbano na administração do prefeito João Paulo Kleinübing, a terceira

⁵⁷ Constituído por quatro leis, aprovadas em datas distintas: Código de Zoneamento e Uso do Solo (Lei Complementar nº 140/1996), Código de Edificações (Lei Complementar nº 141/1996), Código de Diretrizes Urbanísticas (Lei Complementar nº 142/1997), e Código de Parcelamento da Terra (Lei Complementar nº 139/1997).

⁵⁸ Leis: nº150/1997, nº151/1997, nº154/1997, nº166/1998, nº183/1998 e nº208/1998.

revisão do Plano Diretor em 2006⁵⁹ contou com a participação de técnicos de diversos setores da administração municipal, da comunidade científica e da população em geral. Teve como objetivo principal promover o desenvolvimento sustentável da cidade, considerando a preservação do meio ambiente e, consequentemente, a promoção da qualidade de vida.

Em 2010, o Plano sofreu alterações pontuais nos Códigos Complementares existentes de Zoneamento⁶⁰, Edificações⁶¹ e Parcelamento do Solo⁶², e houve a inclusão de dois novos Códigos: Código do Sistema de Circulação⁶³ e Código do Meio Ambiente⁶⁴.

O Código do Sistema de Circulação teve como objetivo a melhoria e modernização do sistema de circulação, e o Código do Meio Ambiente a conservação, defesa e preservação ambiental. Dentre as disposições do Código de Meio Ambiente destaca-se a proposta de implementação de um plano de arborização urbana, o qual visa constituir-se em um instrumento de planejamento para a implantação de políticas de plantio, preservação, manejo e expansão da arborização no município.

Somam-se a estas contribuições: a redução dos índices urbanísticos do centro e o aumento dos índices para as regiões oeste/norte, mais propícia para a ocupação; a criação de uma zona de riscos geológicos com intuito de conter a sua urbanização; e a ampliação da Zona de Proteção Ambiental (ZPA) para áreas com declividade superior a 30%.

Em relação às áreas não edificáveis e não aterráveis (ANEAs) situadas abaixo da cota de 10 metros e em faixas ao longo dos cursos de água, mantiveram-se as mesmas disposições, com a inclusão apenas da preservação das nascentes, num raio mínimo de três vezes a ANEA de seu curso de água, com intuito de proteger a bacia hidrográfica.

Nas áreas rurais, o plano prevê a adoção das disposições do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal n. 4.771, de 15 de setembro de 1965).

⁵⁹ Instituída pela Lei nº 615/2006, alterada posteriormente pela Lei nº 726/2009.

⁶⁰ Lei nº 747/2010.

⁶¹ Lei nº 748/2010.

⁶² Lei nº 749/2010.

⁶³ Lei nº 750/2010.

⁶⁴ Lei nº 751/2010.



Capítulo 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Euterpe edulis | Bacia do Ribeirão Fortaleza - Blumenau/SC. Fonte: Arquivo pessoal (2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Realizada as análises sobre as legislações pertinentes, sobre os aspectos socioeconômicos, físicos-naturais e históricos da área, pode-se partir para a última fase do trabalho, a qual objetiva caracterizar a antropização da paisagem da Bacia do Ribeirão Fortaleza por meio de técnicas de geoprocessamento, e analisar a transformação da cobertura florestal por meio de medidas da ecologia da paisagem.

5.1 A TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM DA BACIA DO RIBEIRÃO FORTALEZA

Serão apresentados nesta seção os mapas temáticos de ocupação do solo dos anos de 1972, 1981, 1993, 2003 e 2009 elaborados a partir da interpretação visual dos mosaicos fotogramétricos e da imagem de satélite, a fim de caracterizar a transformação da paisagem da bacia estudada. As análises serão complementadas na seção 5.2, onde são apresentados os dados quantitativos da estrutura da paisagem, com ênfase na cobertura florestal.

5.1.1 Ocupação do solo 1972/2009

A partir da interpretação visual dos mosaicos fotogramétricos e da imagem de satélite Quickbird, foi possível atestar o processo incisivo da ação antrópica na transformação da paisagem estudada.

Conforme visto na seção 4.4 do capítulo 4, até o final da década de 1960 a Bacia do Ribeirão Fortaleza possuía uma ocupação predominantemente rural. Seu processo de urbanização tem se intensificado a partir da década de 1970 quando, por meio do Decreto nº 1.061/69 estabeleceu-se nova zona urbana em localidades antes rurais, caso dos Bairros Fortaleza e Tribess (ver APÊNDICE A - Mapa Temático de Bairros).

A partir do mosaico fotogramétrico de 1972 e de seu respectivo mapa temático, apresentados nas figuras 26 (a) e 27 (a) a seguir, é possível observar que as áreas urbanizadas – constituídas por edificações e sistema viário – ainda eram pouco expressivas naquele

ano. A urbanização concentrava-se principalmente ao longo dos primeiros eixos viários da área (Ruas 25 de Julho, Júlio Michel, Hermann Tribess, Francisco Vahldieck, Fritz Kogler, Samuel Morse, Theodoro Pasold e Theodor Kleine), localizadas nos fundos de vale que eram mais planos (ver APÊNDICE D - Mapa Temático de Hipsometria e APÊNDICE E - Mapa Temático de Declividade).

Apesar do baixo índice de urbanização, a paisagem encontrava-se bastante antropizada, fruto da intensa ocupação por atividades agrícolas desenvolvidas na Bacia até o período.

No que tange às atividades agrícolas, é importante destacar que, paralelamente ao início do crescimento urbano da Bacia do Ribeirão Fortaleza, ocorria em todas as áreas centrais da Bacia do Rio Itajaí – a partir da década de 1970, num contexto socioeconômico cunhado pela industrialização e pelas dificuldades estruturais que atingem os pequenos agricultores – a retração da atividade rural (VIBRANS, 2003).

Esta retração pode ser comprovada com a constante diminuição das áreas de agricultura/pastagem e o crescente aumento das áreas urbanizadas, visíveis nos mapas temáticos (fig. 27) e em suas respectivas medidas, apresentadas na seção a seguir.

No mosaico fotogramétrico de 1981 (fig. 26b) e em seu mapa temático (fig. 27b), é possível observar a retração das atividades agrícolas. A classe área urbanizada expandiu-se, concentrando-se com maior intensidade nas porções central (entre as Ruas Júlio Michel, Francisco Vahldieck e Hermann Tribess) e sudoeste da Bacia (entre as Ruas 25 de Julho e Fritz Kogler).

Como pontos importantes neste período destaca-se a presença da via Fritz Spernau, principal acesso ao centro da cidade, e da BR-470, principal acesso à cidade de Blumenau (fig. 26b)

Construída em 1978, a rodovia BR 470 além de servir toda a região econômica do Vale do Itajaí, dá acesso pavimentado ao Porto de Itajaí e ao Aeroporto Internacional de Navegantes.

O reflexo da implantação da BR-470 na paisagem da bacia é visível no mosaico (fig. 26c) e no mapeamento de 1993 (fig. 27c). A porção Norte do recorte, que até então havia sido ainda muito pouco urbanizada, tem seu processo de urbanização intensificado.

A quantidade de novas vias e edificações neste período impressiona – certamente a maior expansão urbana da Bacia –

principalmente na porção central, refletindo o intenso crescimento demográfico da cidade entre as décadas de 1980 e 1990.

Outro fator decisivo para a urbanização da porção norte, onde hoje se localiza o Bairro Fortaleza Alta (ver APÊNDICE A - Mapa Temático de Bairros) foi a sua inclusão como área urbana em 1995, através da Lei Complementar nº 83/1995.

No mosaico fotogramétrico de 2003 (fig. 26 d), na imagem de satélite de 2009 (fig. 26 e), e em seus respectivos mapas temáticos (figs. 27 d,e) é possível observar a expansão urbana da porção Norte da Bacia, decorrente do processo de inclusão como área urbana. Observa-se nestes, a presença da Via Expressa Paul Fritz Kuenrich, importante via de circulação que liga a Região Central da cidade com a BR-470. Construída em duas fases (primeiro trecho em 1999 e segundo trecho em 2009), a via tende a modificar a paisagem da Bacia, intensificando a sua urbanização, assim como de toda a região norte da cidade situada na margem esquerda do rio Itajaí-açú.

Analisando conjuntamente os mosaicos fotogramétricos, a imagem de satélite e os mapas temáticos de ocupação do solo, é possível observar que a evolução da urbanização na porção central foi impactante e talvez a mais significativa transformação do rural ao urbano na Bacia do Ribeirão Fortaleza (fig. 28). A porção norte, menos urbanizada, ainda apresenta características rurais, e seu processo de urbanização tem sido lento até 1995, ano no qual foi inserida como área urbana (fig. 29).

Ressalta-se o desenvolvimento no sentido Sul-Norte, em direção às áreas mais frágeis do recorte, onde estão localizadas as nascentes do Ribeirão Fortaleza e manchas significativas de cobertura florestal em áreas elevadas e declivosas.

Fig. 26: Mosaicos Fotogramétricos dos anos de 1972, 1981, 1993, 2003 e Imagem de Satélite Quickbird de 2009

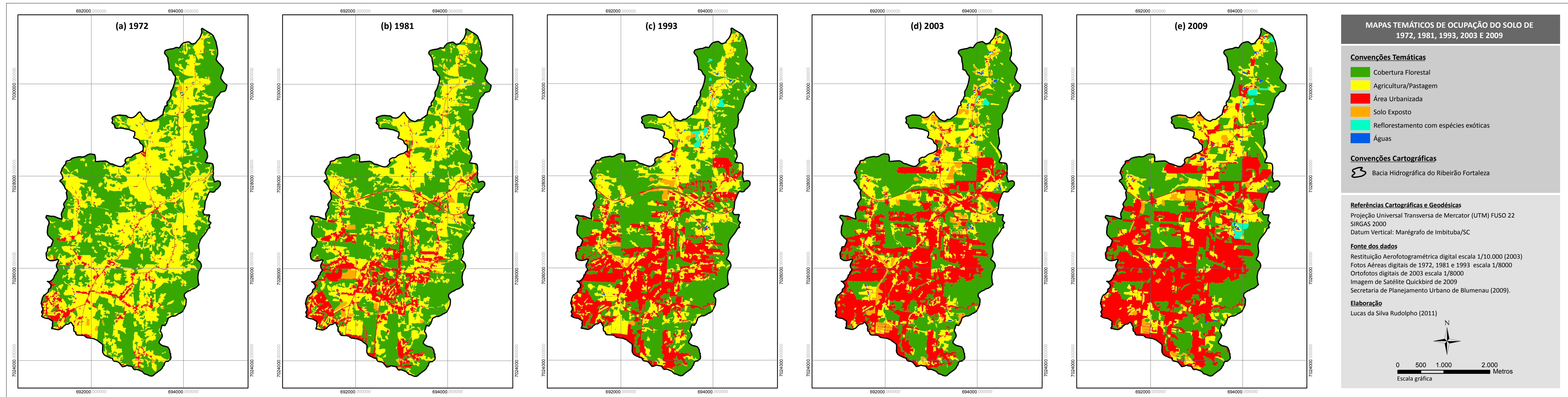


Fig. 27: Mapas Temáticos de Ocupação do Solo dos anos de 1972, 1981, 1993, 2003 e 2009.

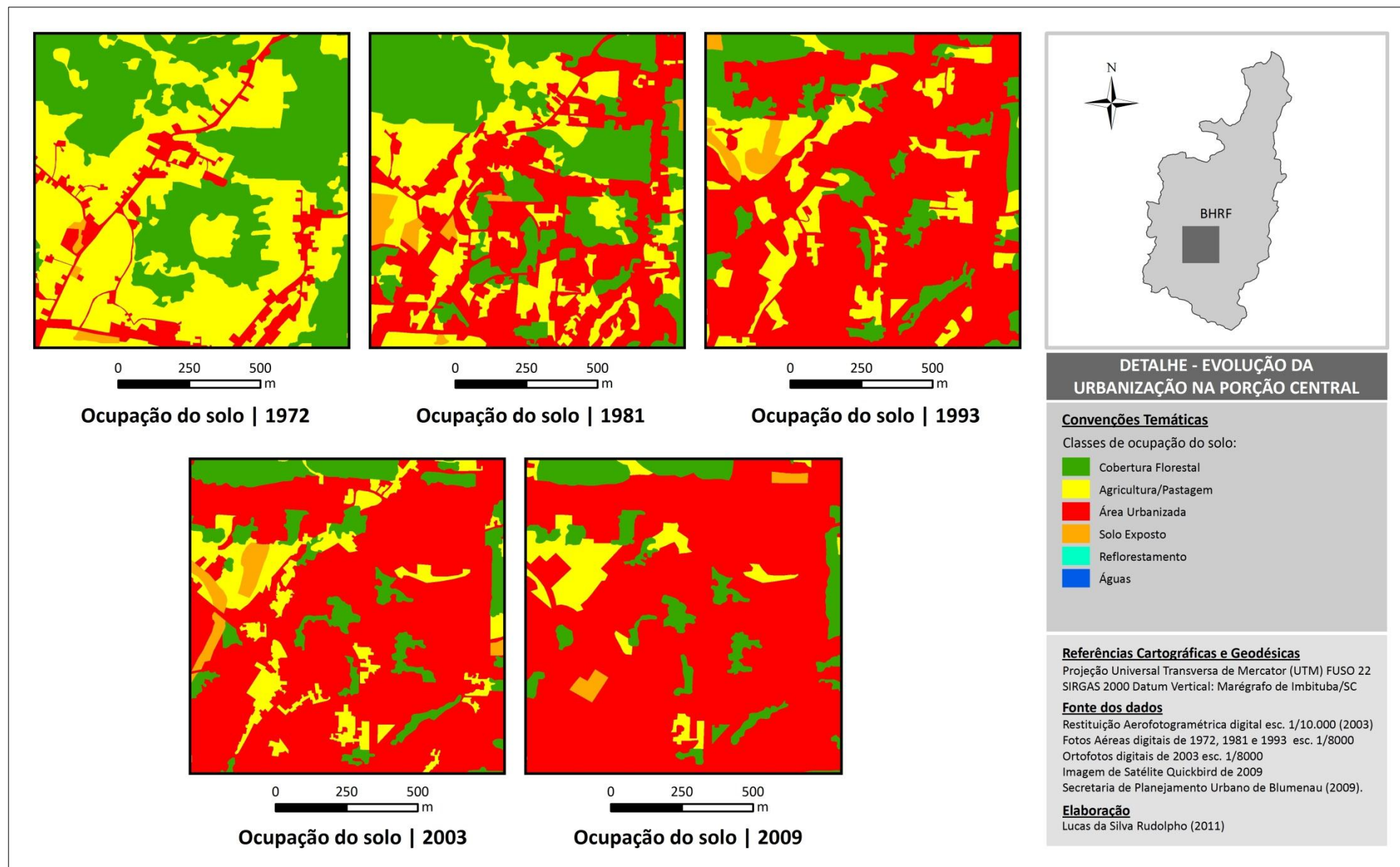


Fig. 28: Detalhe da evolução da urbanização na porção central da Bacia. Destaque para o intenso crescimento das áreas urbanizadas, contínua redução das áreas de agricultura/pastagem e progressiva fragmentação e dizimação da cobertura florestal.

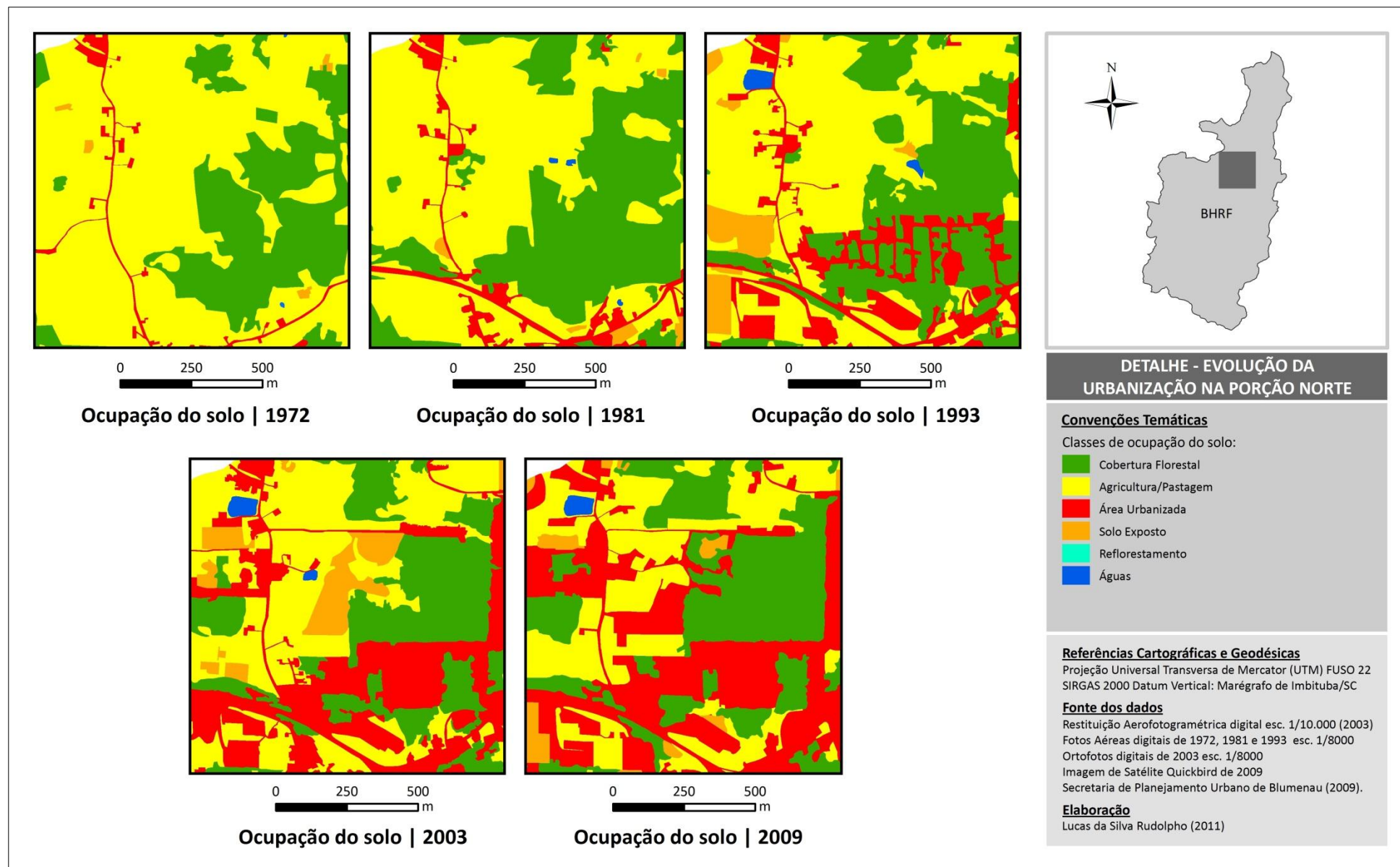


Fig. 29: Detalhe da evolução da urbanização na porção norte da Bacia. Destaque para a fragmentação e dizimação da mancha de cobertura florestal em 1993 e intenso crescimento das áreas urbanizadas em 2003 e 2009, reflexo da sua recente inclusão como área urbana em 1995.

Cruzando os mapas temáticos temporais de ocupação do solo (fig. 27), com os mapas dos aspectos físico-naturais de hidrografia (APÊNDICE C), hipsometria (APÊNDICE D), declividade (APÊNDICE E) e incidência de cheias (APÊNDICE F), foi possível identificar as condições sob as quais as mudanças na ocupação do solo ocorreram.

As áreas com declividade inferior a 30%, algumas delas com incidência de cheias e onde se concentram os cursos de água de maior ordem, foram as mais antropizadas. Observam-se nestas porções do recorte os maiores índices de urbanização e dizimação/fragmentação da cobertura florestal (figs. 30 e 31).

Em desconformidade com as legislações ambientais vigentes, atenta-se na figura 30 para a ausência contínua de cobertura florestal na maior parte das margens dos cursos de água, e na figura 31 para o aumento progressivo das áreas urbanizadas em áreas de risco de inundação. Observa-se que nem mesmo as grandes enchentes de 1983 e 1984, que ultrapassaram o nível de inundação de 15 metros, e a existência de dispositivo legal municipal desde 1977 proibindo edificações e aterros abaixo da cota de 10 metros, inibiram efetivamente a sua urbanização. A eliminação da cobertura florestal e a constante impermeabilização do solo agravam ainda mais os riscos e prejuízos das enchentes nesta porção da Bacia (fig.31).

Já as áreas mais elevadas e declivosas (com declividade superior a 30%⁶⁵) foram menos antropizadas, certamente em razão das maiores dificuldades de acesso e da incidência da legislação ambiental⁶⁶ (figs. 32 e 33).

Observam-se nestas porções do recorte menores índices de supressão e fragmentação da cobertura florestal, sendo possível identificar em alguns trechos processos de regeneração natural. Grande parte das nascentes e cursos de água de 1ª e 2ª ordens mantiveram suas margens com cobertura florestal preservada (fig. 33), tornando-se necessária a sua contínua conservação, visto as importantes funções ecológicas prestadas e o elevado risco de deslizamentos do meio em que estão inseridas.

⁶⁵ Segundo Mascaró (1997), terrenos com declividade acima de 30% são inadequados para construções e precisam de obras especiais para sua estabilização.

⁶⁶ No que tange à questão da legislação, é importante salientar que não puderam ser realizadas análises rigorosas em relação ao cumprimento das legislações ambientais vigentes em função da cronologia das legislações serem diferentes da cronologia dos mapeamentos.

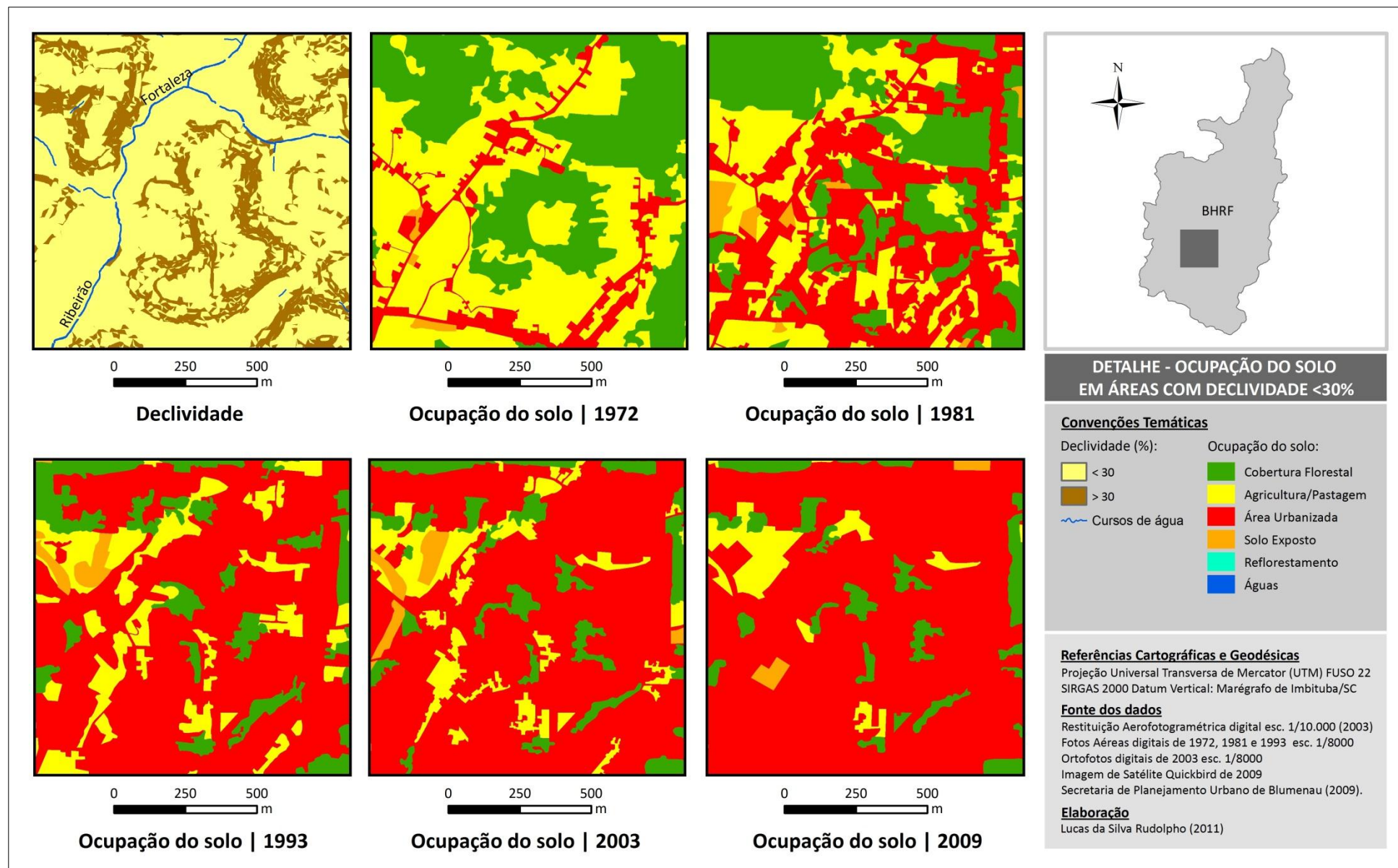


Fig. 30: Detalhe da ocupação do solo em áreas com declividade <30% - porção central da Bacia. Destaque para os elevados índices de urbanização e ausência de cobertura florestal nas margens dos cursos de água.

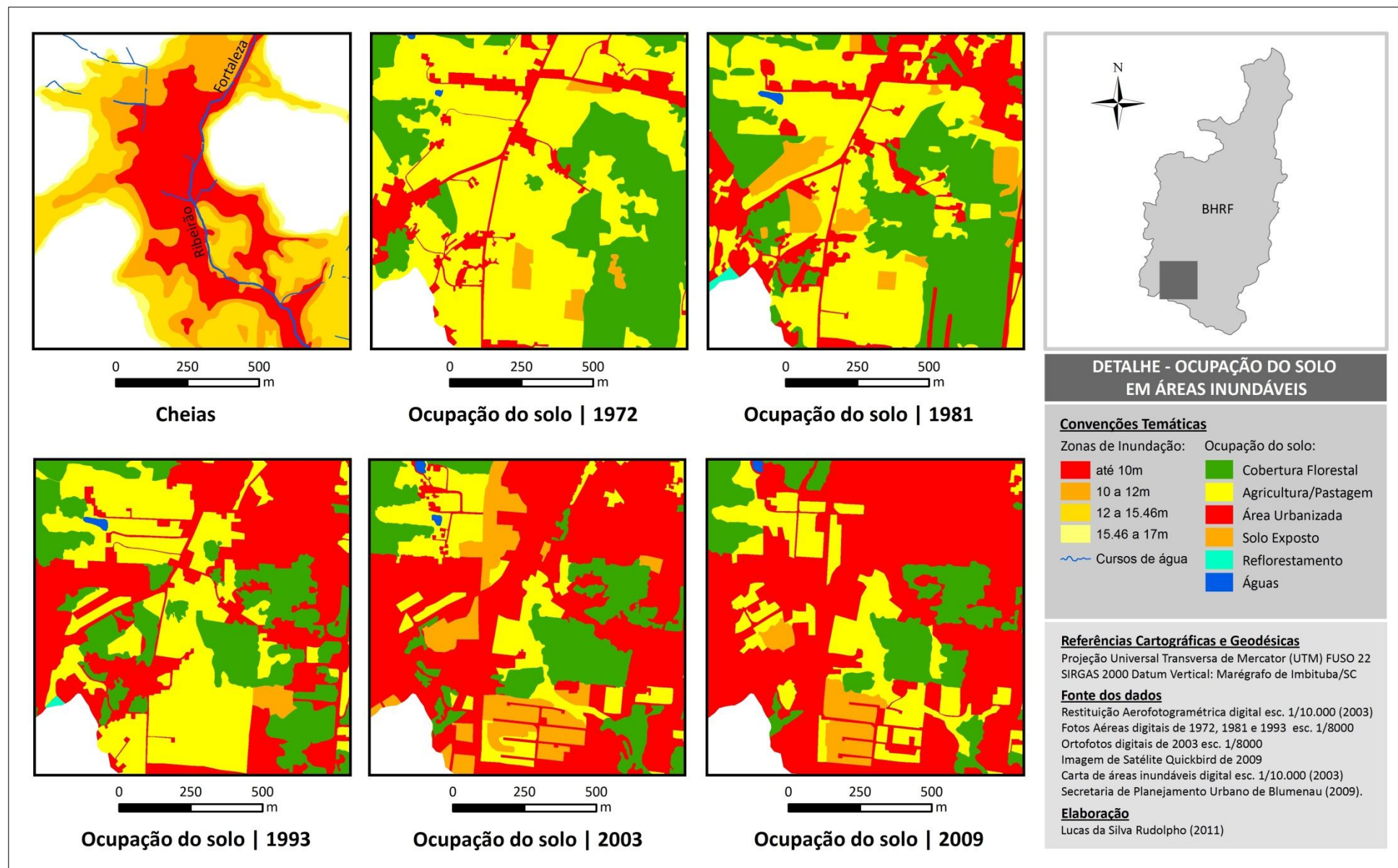


Fig. 31: Detalhe da ocupação do solo em áreas inundáveis - porção sul da Bacia. Destaque para o crescimento progressivo das áreas urbanizadas em áreas de risco de inundação.

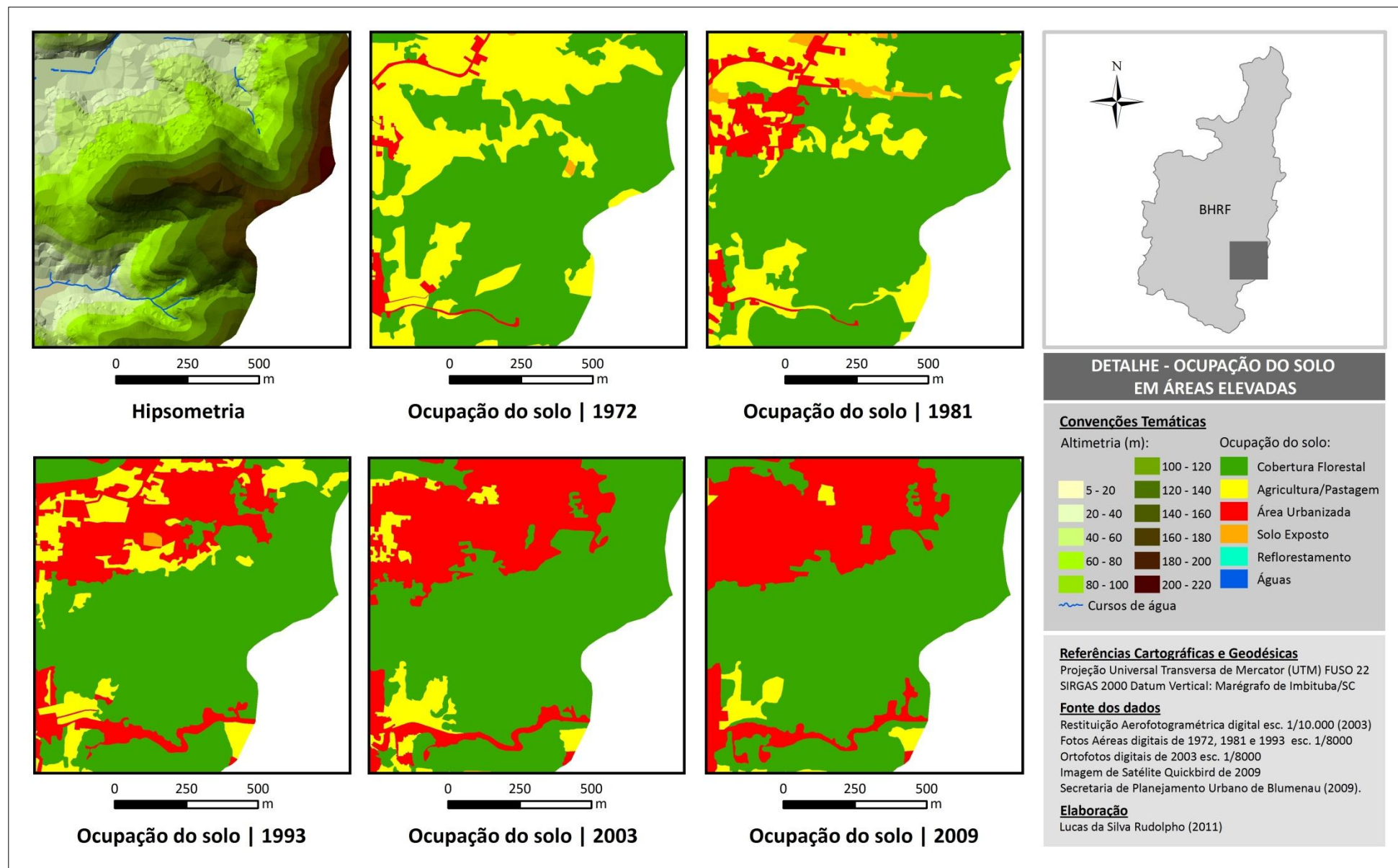


Fig. 32: Detalhe da ocupação do solo em áreas elevadas - porção leste da Bacia. Destaque para a manutenção da cobertura florestal nas áreas de maior altitude.

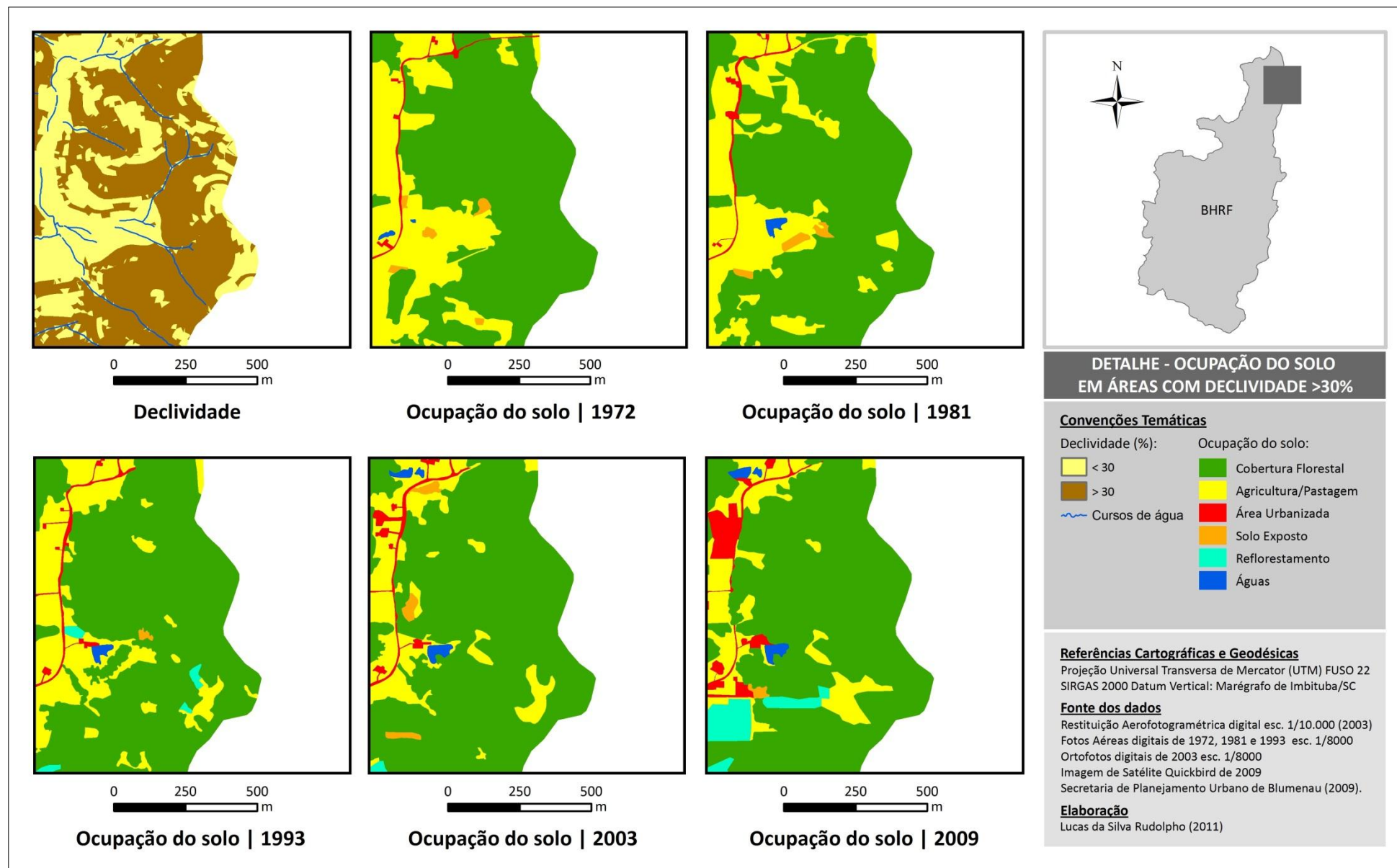


Fig. 33: Detalhe da ocupação do solo em áreas com declividade >30% - porção norte da Bacia. Destaque para a regeneração e manutenção da cobertura florestal nas áreas de maior declividade.

Conforme visto nos mapas temáticos temporais de ocupação do solo apresentados anteriormente, a antropização da paisagem da Bacia do Ribeirão Fortaleza trouxe uma série de alterações na sua paisagem natural, em especial na cobertura florestal.

As transformações da cobertura florestal assim como dos demais elementos que compõem a estrutura da paisagem são apresentadas na seção a seguir, através de medidas quantitativas da ecologia da paisagem.

5.2 ANÁLISE QUANTITATIVA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM

Apresentamos nesta seção a análise quantitativa da estrutura da paisagem da Bacia do Ribeirão Fortaleza, com foco na sua cobertura florestal. As medidas utilizadas para as classes de ocupação do solo dos anos de 1972, 1981, 1993, 2003 e 2009 computadas no software V-LATE 2.0 são apresentadas na forma de tabelas (04-08) e gráficos (figs.34-41), e seus resultados analisados de forma comparativa, considerando seus significados ecológicos.⁶⁷

5.2.1 Medidas de área

Os resultados de área e índice da maior mancha encontrados para as classes de ocupação do solo (extraídos das tabelas 04-08) foram reunidos nas figuras 34 e 35 apresentadas a seguir.

⁶⁷ É importante salientar que embora seja apresentado nas figuras (34-41) o comportamento temporal de todas as classes de ocupação do solo para cada medida, foram interpretadas - considerando o grande volume de dados obtidos - somente as classes/dados que se mostraram mais relevantes para o estudo. A relação completa das medidas para as classes de ocupação do solo por ano pode ser visualizada nas tabelas (04-08), apresentadas no final da seção.

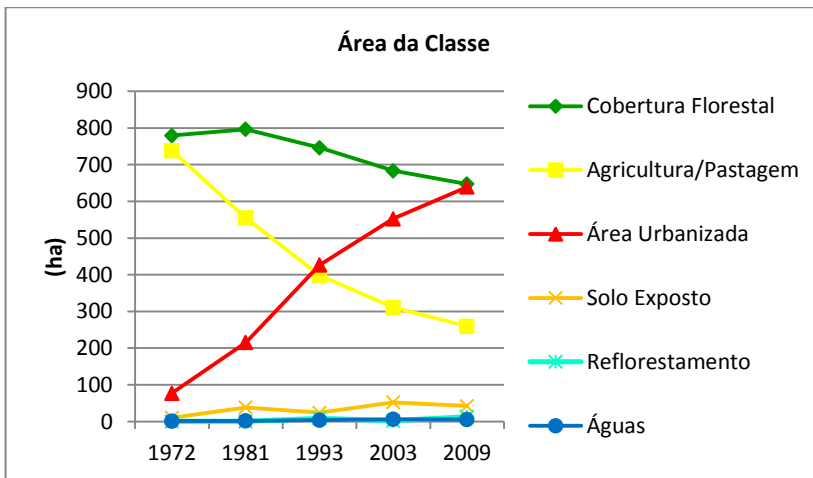


Fig. 34: Área da classe.

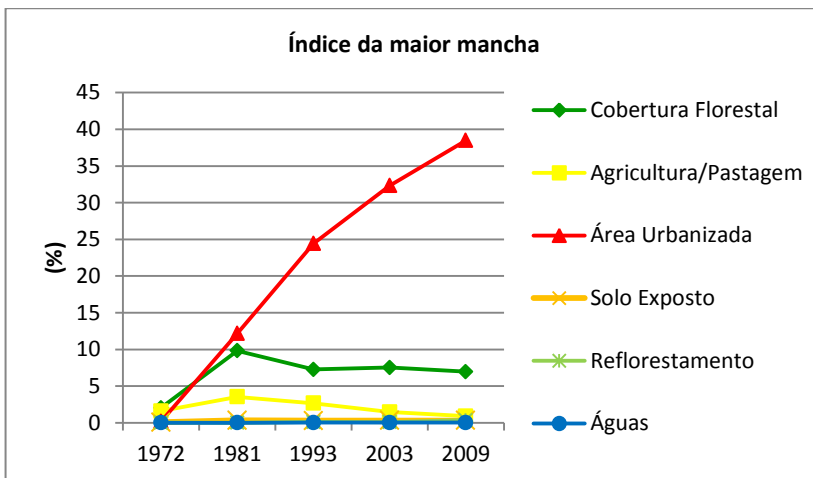


Fig. 35: Índice da maior mancha.

O processo de antropização da paisagem da Bacia do Ribeirão Fortaleza tem ocorrido de forma rápida em um curto espaço de tempo. No período analisado, as áreas urbanizadas passaram de 76,96 ha (4,79%) em 1972, para 639,39 ha (39,78%) em 2009 (fig.34).

Este intenso processo de urbanização acarretou mudanças significativas na cobertura florestal.

Matriz da paisagem em todos os períodos analisados⁶⁸, a classe cobertura florestal sofreu uma redução expressiva desde 1981, ano no qual atingiu a sua maior área (fig. 34). O aumento aparentemente contraditório da classe cobertura florestal dos anos de 1972 para 1981 pode ser resultante da retração das atividades agrícolas ocorrida nas áreas centrais da Bacia do Itajaí a partir de 1970, nitidamente visível com a constante redução das medidas de área da classe agricultura/pastagem desde 1972. Contudo, após 1981, o intenso crescimento das áreas urbanizadas na Bacia impossibilitou a sua contínua regeneração.

Em 1972, a maior mancha da cobertura florestal ocupava apenas 2,03% da área bacia, e em 1981 alcançou a sua maior mancha, ocupando 9,38% (fig. 35). Do ponto de vista da conservação ambiental, este índice é de grande importância quando se busca verificar a presença de espécies que dependem de um determinado tamanho de mancha como área de vida. Após 1981 observou-se uma redução no índice, adquirindo nos últimos três anos relativa estabilidade.

Outro dado interessante refere-se aos maiores valores de área obtidos pela classe solo exposto nos últimos dois períodos analisados (52,03ha em 2003 e 42,40ha em 2009). Encontrada principalmente próxima à classe área urbanizada (fig. 27 d,e), são indicativos da recente e contínua expansão urbana da bacia, através da implantação de novos loteamentos, empreendimentos e sistema viário que envolvem a movimentação de terras e a consequente exposição do solo.

A classe reflorestamento com espécies exóticas, que no início do período analisado somava 0,48 ha, atingiu no final dos 39 anos uma área de 13,16 ha. Este aumento pode estar relacionado à atratividade do mercado de lenha para abastecer as indústrias têxteis da cidade.

A classe Águas – as quais correspondem principalmente às lagoas e demais corpos de água – também obtiveram suas maiores áreas nos dois últimos períodos analisados (5,90ha em 2003 e 5,62 ha em 2009). Localizadas predominantemente na porção norte da bacia, onde ainda apresenta características rurais, seu aumento pode estar relacionado ao incentivo à piscicultura por programas de extensão rural.

⁶⁸ **779,73ha** (48,51%) em 1972; **796,72ha** (49,57%) em 1981; **746,56ha** (46,45%) em 1993; **683,53ha** (42,53%) em 2003, e **647,25ha** (40,27%) em 2009.

5.2.2 Medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas

Como medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas tem-se o número de manchas e o tamanho médio das manchas.

O número de manchas e o tamanho médio das manchas são de grande importância para os estudos da paisagem, uma vez que se constituem em medidas do seu grau de fragmentação⁶⁹.

Os resultados encontrados para número de manchas e tamanho médio das manchas das classes de ocupação do solo (extraídos das tabelas 04-08) foram reunidos nas figuras apresentadas a seguir.

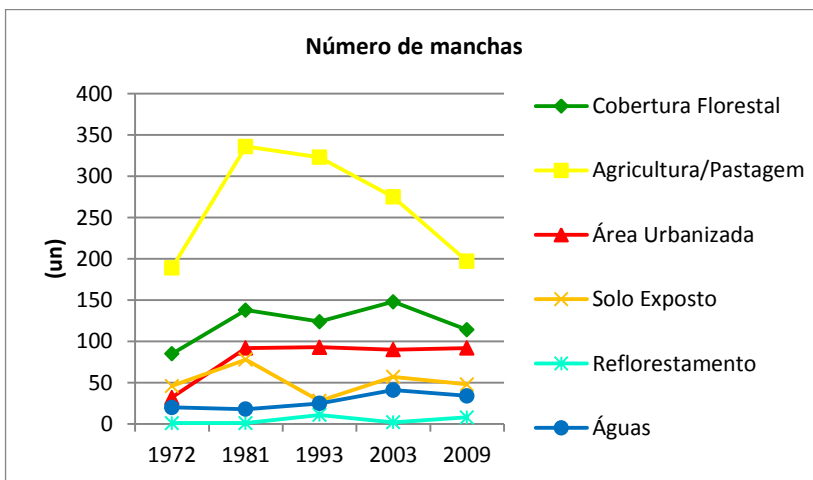


Fig. 36: Número de manchas.

⁶⁹ A fragmentação é o processo pelo qual uma grande e contínua mancha é reduzida e dividida em duas ou mais manchas.

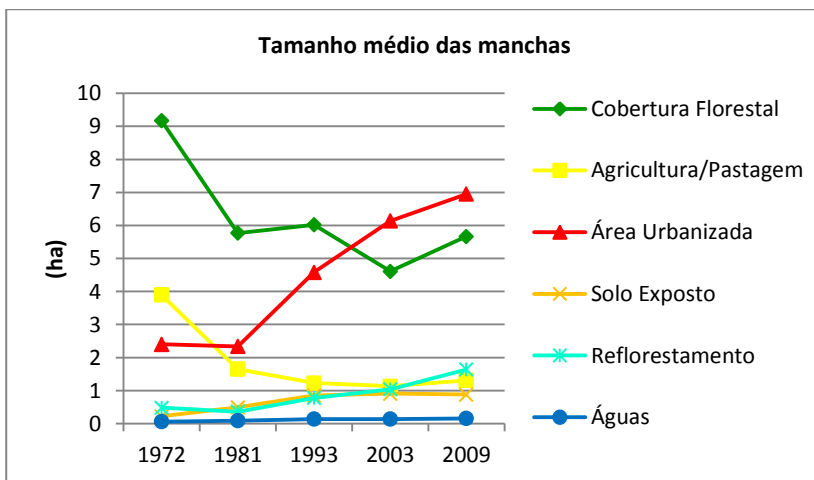


Fig. 37: Tamanho médio das manchas.

Analisando as figuras 36 e 37, observou-se que a classe cobertura florestal apresentou grande variabilidade quanto ao número de manchas e tamanho médio das mesmas.

Em 1972, possuía seu menor nível de fragmentação, visíveis nos dados obtidos como o menor número de manchas (85un) e maior tamanho médio das manchas (9,17 ha). Após 1972, os números de manchas e tamanho médio das manchas florestais apresentaram grande variabilidade até 2003, ano no qual atingiu a sua maior fragmentação: havia um maior número de manchas (148 un) e menor tamanho médio das mesmas (4,61 ha).

A fragmentação da cobertura florestal tem como consequência a perda da biodiversidade e a deterioração da paisagem, na medida em que a retirada e fragmentação da cobertura florestal contribui para a redução e isolamento do hábitat (criando barreiras para o processo normal de dispersão, colonização e alimentação); para o aumento dos efeitos de borda; aceleração dos processos erosivos; perda do solo; e assoreamento dos cursos de água.

Assim como a cobertura florestal, a classe agricultura/pastagem apresentou em 1972 o seu menor nível de fragmentação, em função do menor valor obtido para o número de manchas (189 un) e maior valor alcançado para tamanho médio das manchas (3,90 ha). Em 1981, a classe obteve seu maior número de manchas (336 un), e desde então

tem se observado a diminuição no número e tamanho médio das mesmas, provavelmente em função da constante retração de área e do crescimento das áreas urbanizadas.

Quanto à classe área urbanizada, o aspecto mais notável foi o aumento significativo no tamanho médio das manchas e sua relativa estabilidade quanto ao número de manchas a partir de 1981, o que comprova a recente expansão urbana da classe.

Na classe solo exposto, ocorreu um aumento contínuo do tamanho médio das manchas até 2003, e uma sensível redução a partir desta, provavelmente em função do menor intervalo temporal entre 2003 e 2009. Em 1993, a classe apresentou o seu menor número de manchas (28 un) e em 1981 alcançou seu maior número (78 un), localizadas principalmente na porção central da bacia, a qual se encontrava em intenso processo de urbanização (fig. 27 b). Nos últimos dois períodos analisados (2003 e 2009) suas manchas tem se concentrado predominantemente na porção norte da bacia, em função de sua recente inclusão como área urbana e pela maior disponibilidade de espaços livres passíveis de urbanização (fig. 27 d,e).

A classe reflorestamento com espécies exóticas e águas apresentaram grande disparidade quanto ao número de manchas (fig.36). Em relação ao tamanho médio das manchas (fig.37), a classe reflorestamento apresentou um aumento contínuo desde 1981, e a classe águas um aumento progressivo desde 1972.

5.2.3 Medidas de borda

As medidas de borda, representadas pela soma e densidade das bordas, foram interpretadas somente para a classe cobertura florestal⁷⁰.

Os resultados da soma da densidade das bordas das classes de ocupação do solo (extraídos das tabelas 04-08) são apresentados nas figuras 38 e 39 a seguir.

⁷⁰ Seus dados possuem pouco significado para as demais classes de ocupação do solo.

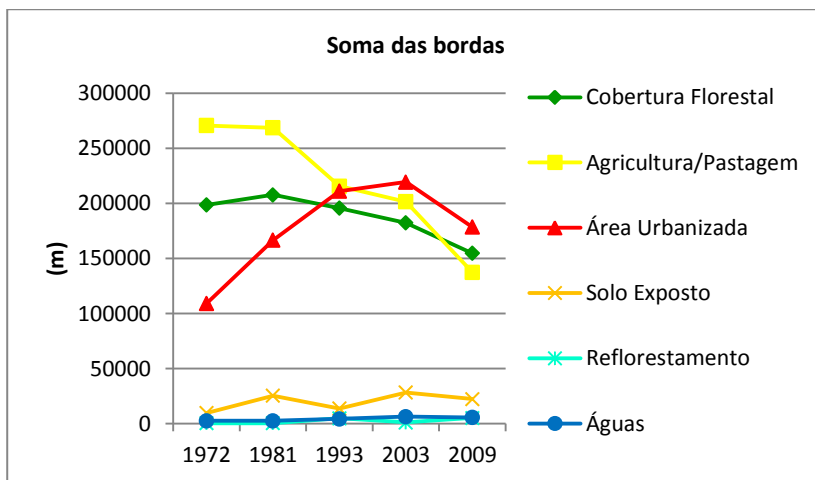


Fig. 38: Soma das bordas.

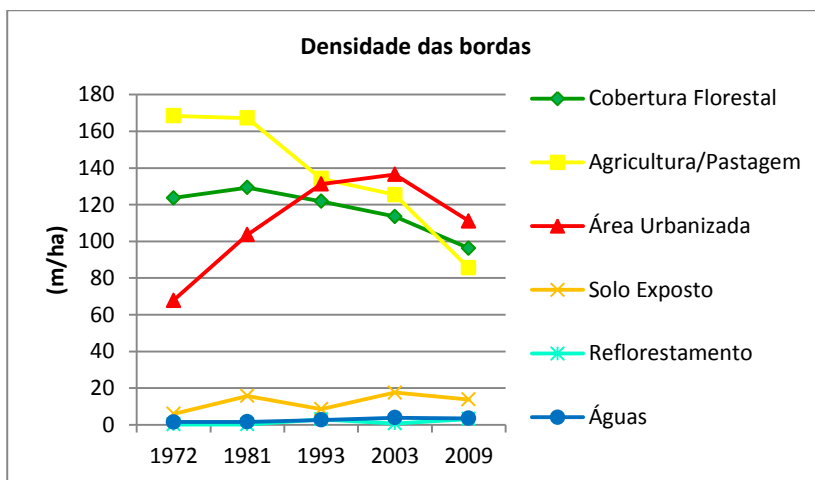


Fig. 39: Densidade das bordas.

A classe cobertura florestal apresentou em 1981 seus maiores valores de bordas⁷¹ (figs. 38 e 39), resultado dos elevados valores

⁷¹ Conforme visto na revisão bibliográfica, as bordas podem ser entendidas como áreas de contato entre diferentes unidades de paisagem (ex. entre uma mancha florestal e uma mancha urbana), nas quais a intensidade dos fluxos muda de forma brusca (FORMAN, 1995). Como a transição entre a mancha florestal e a mancha urbana é muito abrupta, cria uma borda que expõe a floresta às condições encontradas na mancha adjacente (efeito de borda),

obtidos em área, número de manchas e irregularidade das formas, tornando-se neste ano bastante suscetível a efeitos de borda, principalmente as menores manchas.

Após 1981, a classe apresentou uma redução contínua nos valores de bordas, atingindo em 2009 os seus menores valores.

É importante salientar que, embora tenha sido observada melhora com a redução das bordas a partir de 1981, o contraste estrutural entre as manchas de cobertura florestal com as manchas adjacentes – representadas na sua maioria pela classe área urbanizada – tornou-se cada vez maior (Fig. 27 c,d,e), intensificando os possíveis efeitos de borda.

5.2.4 Medidas de forma

As medidas de forma também possuem relação direta com a intensidade dos efeitos de borda, pois quanto mais irregular for a forma da mancha, maior será a área de contato com o ambiente externo, e dessa forma maior será a interferência nas áreas de borda.

O índice médio de forma, que verifica o quanto a forma de uma mancha se aproxima de uma circunferência, tem o valor mínimo de 1. Manchas com índice próximos a 1 são mais arredondadas e quanto maior o índice, mais irregulares são as manchas.

A figura 40 apresenta os valores obtidos com o índice médio de forma (extraído das tabelas 04-08).

ocasionando mudanças microclimáticas, como aumento da temperatura e ressecamento, acarretando alterações maléficas na composição de espécies e na estrutura da vegetação. Quanto maior for o contraste estrutural entre habitats adjacentes, mais intenso será o efeito de borda (MEFFE; CARROL, 1994; COLLI et al. 2003; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

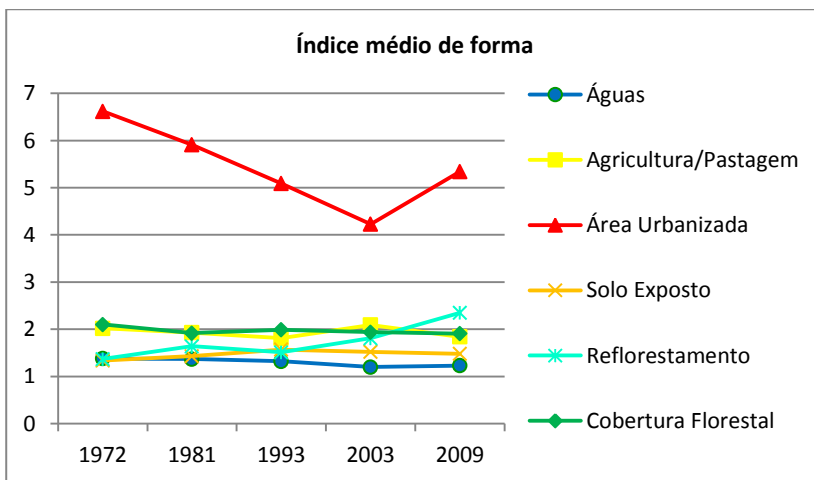


Fig. 40: Índice médio de forma.

A análise do índice médio de forma constatou uma considerável variação nas formas das manchas da bacia, possibilitando se encontrar desde formas muito próximas a circular, como exemplo a classe Águas em 2003, até muito irregulares, como a classe Área urbanizada em 1972 (fig.40).

A classe cobertura florestal atingiu as formas mais irregulares em 1972, tornando-se bastante vulneráveis aos efeitos de borda. Em 1981 ocorreu uma brusca diminuição na complexidade das formas das manchas, e em 1993 um elevado aumento. Após 1993 observa-se uma redução progressiva da complexidade das manchas, atingindo em 2009 as formas mais regulares.

5.2.5 Medidas de vizinho mais próximo

Através da análise das medidas de vizinho mais próximo pode-se chegar a conclusões sobre o grau de isolamento das manchas. O grau de isolamento afeta diretamente a qualidade de uma mancha florestal, por afetar a movimentação e a dispersão das espécies.

Os resultados encontrados para a distância média de vizinho mais próximo (extraídos das tabelas 04-08) são apresentados na figura a seguir.

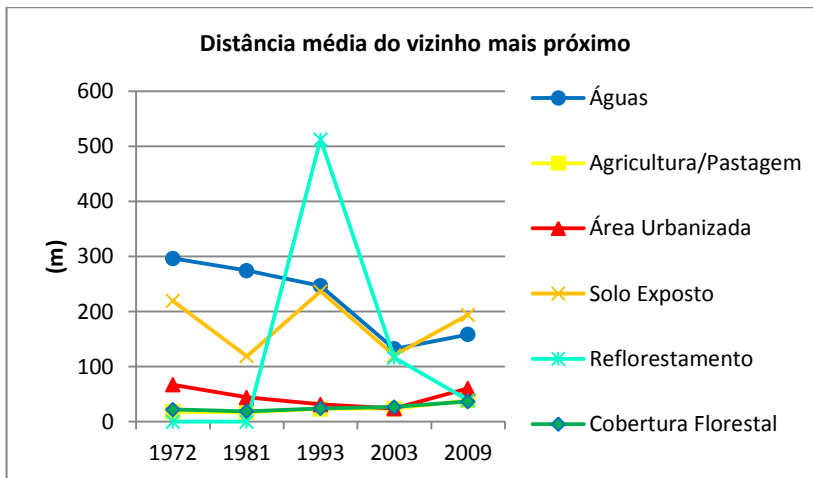


Fig. 41: Distância média do vizinho mais próximo.

Independentemente dos seus tamanhos, as manchas de cobertura florestal apresentaram um aumento progressivo no distanciamento a partir de 1981, ano no qual atingiram a maior proximidade (fig. 41) – reflexo dos elevados valores obtidos em área e número de manchas da classe. O pior cenário foi encontrado em 2009, as manchas florestais encontravam-se mais distantes uma das outras e, portanto mais sujeitas às ações de outros usos e ocupações do solo.

Atenta-se que, o tipo de vizinhança mais comum das manchas florestais em 2009 eram as áreas urbanizadas (fig. 27e), tornando-as bastante vulneráveis, visto que este tipo de ocupação do solo constitui-se na barreira mais limitante ao fluxo gênico da fauna e da flora.

As manchas de agricultura/pastagem, que possibilitariam a regeneração da cobertura florestal também têm ficado desde 1981 cada vez mais distantes.

Fundamentando-se nestas verificações e nos contextos observados ao longo do trabalho, são apresentadas no próximo capítulo, as conclusões sobre as análises dos resultados, bem como recomendações para demais pesquisas e ações que venham a ser desenvolvidas na Bacia Hidrográfica.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FORTALEZA - 1972							
		Cobertura Florestal	Agricultura/ Pastagem	Área Urbanizada	Solo Exposto	Reflorestamento com espécies exóticas	Águas
Medidas de área	Área da classe (ha)	779,73	738,56	76,96	10,23	0,48	1,36
	Porcentagem da paisagem pertencente a cada classe (%)	48,51	45,95	4,79	0,64	0,03	0,08
	Índice da maior mancha (%)	2,03	1,61	0,18	0,08	0,03	0,01
Medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas	Número de manchas (un)	85	189	32	46	1	20
	Tamanho médio das manchas (ha)	9,17	3,90	2,40	0,22	0,48	0,06
Medidas de bordas	Soma das bordas (m)	198726,21	270749,23	109077,51	9605,52	338,2	2529,18
	Densidade das bordas (m/ha)	123,63	168,44	67,86	5,97	0,21	1,57
Medidas de formas	Índice médio de forma	2,10	2,02	6,62	1,34	1,37	1,38
Medidas de vizinho mais próximo	Distância média do vizinho mais próximo (m)	21,85	18,29	66,99	219,31	0	296,49

Tabela 04: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 1972.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FORTALEZA - 1981							
		Cobertura Florestal	Agricultura/ Pastagem	Área Urbanizada	Solo Exposto	Reflorestamento com espécies exóticas	Águas
Medidas de área	Área da classe (ha)	796,72	554,76	215,49	38,32	0,36	1,67
	Percentagem da paisagem pertencente a cada classe (%)	49,57	34,51	13,41	2,38	0,02	0,10
	Índice da maior mancha (%)	9,83	3,54	12,19	0,33	0,02	0,01
Medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas	Número de manchas (un)	138	336	92	78	1	18
	Tamanho médio das manchas (ha)	5,77	1,65	2,34	0,49	0,36	0,09
Medidas de bordas	Soma das bordas (m)	207834	268778	166634	25337	352	2575
	Densidade das bordas (m/ha)	129,30	167,22	103,67	15,76	0,21	1,60
Medidas de formas	Índice médio de forma	1,92	1,93	5,91	1,43	1,64	1,37
Medidas de vizinho mais próximo	Distância média do vizinho mais próximo (m)	18,76	17,13	44,02	118,66	0	274,37

Tabela 05: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 1981.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FORTALEZA - 1993							
	Cobertura Florestal	Agricultura/Pastagem	Área Urbanizada	Solo Exposto	Reflorestamento com espécies exóticas	Águas	
Medidas de área	Área da classe (ha)	398,04	426,67	23,80	8,63	3,62	
	Percentagem da paisagem pertencente a cada classe (%)	24,76	26,55	1,48	0,54	0,23	
	Índice da maior mancha (%)	2,68	24,44	0,29	0,13	0,03	
Medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas	Número de manchas (un)	323	93	28	11	25	
	Tamanho médio das manchas (ha)	1,23	4,58	0,85	0,78	0,14	
Medidas de bordas	Soma das bordas (m)	215745,06	211132,57	13795,09	4894,75	4250,35	
	Densidade das bordas (m/ha)	134,22	131,35	8,58	3,04	2,64	
Medidas de formas	Índice médio de forma	1,81	5,09	1,57	1,51	1,32	
Medidas de vizinho mais próximo	Distância média do vizinho mais próximo (m)	23,26	31,20	236,51	512,69	246,86	

Tabela 06: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 1993.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FORTALEZA - 2003						
	Cobertura Florestal	Agricultura/Pastagem	Área Urbanizada	Solo Exposto	Reflorestamento com espécies exóticas	Águas
Medidas de área	Área da classe (ha)	310,95	552,82	52,03	2,09	5,90
	Porcentagem da paisagem pertencente a cada classe (%)	19,35	34,39	3,24	0,13	0,37
	Índice da maior mancha (%)	1,48	32,34	0,32	0,09	0,03
Medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas	Número de manchas (un)	275	90	57	2	41
	Tamanho médio das manchas (ha)	1,13	6,14	0,91	1,04	0,14
Medidas de bordas	Soma das bordas (m)	201571,42	219440,94	28279,24	1164,53	6287,71
	Densidade das bordas (m/ha)	125,40	136,52	17,59	0,72	3,91
Medidas de formas	Índice médio de forma	2,09	4,23	1,52	1,81	1,20
Medidas de vizinho mais próximo	Distância média do vizinho mais próximo (m)	23,76	23,67	120,37	116,11	132,30

Tabela 07: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 2003.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FORTALEZA - 2009							
		Cobertura Florestal	Agricultura/ Pastagem	Área Urbanizada	Solo Exposto	Reflorestamento com espécies exóticas	Águas
Medidas de área	Área da classe (ha)	647,25	259,50	639,39	42,40	13,16	5,62
	Percentagem da paisagem pertencente a cada classe (%)	40,27	16,14	39,78	2,64	0,82	0,35
	Índice da maior mancha (%)	6,96	0,90	38,48	0,31	0,38	0,03
Medidas de densidade, tamanho e variabilidade das manchas	Número de manchas (un)	114	197	92	48	8	34
	Tamanho médio das manchas (ha)	5,67	1,31	6,95	0,88	1,64	0,16
Medidas de bordas	Soma das bordas (m)	154736,14	137448	178553,23	22272,42	5163,33	5652,73
	Densidade das bordas (m/ha)	96,26	85,51	111,08	13,85	3,21	3,51
Medidas de formas	Índice médio de forma	1,91	1,84	5,34	1,48	2,35	1,23
Medidas de vizinho mais próximo	Distância média do vizinho mais próximo (m)	36,54	38,66	60,28	194,08	38,79	158,46

Tabela 08: Medidas da estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza em 2009.



Capítulo 6 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Guzmania sp | Bacia do Ribeirão Fortaleza - Blumenau/SC. Fonte: Arquivo pessoal (2011).

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 QUANTO À TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM DA BACIA DO RIBEIRÃO FORTALEZA

Desde o início do processo de colonização do município de Blumenau até os dias atuais, ocorreram mudanças significativas na paisagem. Uma das mais radicais diz respeito às modificações nos padrões de uso e ocupação do solo, dando a cobertura florestal lugar à agricultura, pastagens e urbanização.

No primeiro registro analisado (1972), a cobertura florestal da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza já se encontrava bastante degradada, devido ao intenso processo de antropização a qual foi submetida, visíveis nos elevados valores de área obtidos para a classe agricultura/pastagem.

Com a retração das atividades agrícolas a partir da década de 1970, a cobertura florestal regenerou, atingindo em 1981 a sua maior área. No entanto, o aumento expressivo da urbanização da Bacia após 1981⁷² tem causado forte pressão sobre as manchas remanescentes de cobertura florestal, impossibilitando a sua contínua regeneração. A partir de então, ocorreu uma redução progressiva na área da classe cobertura florestal⁷³.

Ao passo de que a acelerada urbanização exige cada vez mais áreas para se desenvolver, a tendência é que a cobertura florestal seja progressivamente eliminada, cedendo lugar à vias e edificações.

Ao contrário da agricultura que, cessada, permitiu a recomposição florestal, as estruturas urbanas tendem a ser mais permanentes e impactantes. As áreas de agricultura/pastagem, que possibilitariam a regeneração florestal têm sido reduzidas e isoladas.

⁷² Impulsionado principalmente pelas ampliações do perímetro urbano e pela implantação de importantes vias de acesso, tais como a BR-470 e a Via expressa Paul Fritz Kuenrich.

⁷³ As áreas mais devastadas foram aquelas situadas nas regiões de menor altitude e com declividade inferior a 30%, algumas delas com incidência de cheias e onde se concentram os cursos de água de maior ordem. Em desconformidade com as legislações ambientais vigentes, encontrou-se grande parte das margens dos cursos de água e áreas inundáveis desprovidas de vegetação, agravando ainda mais os riscos e os prejuízos das enchentes.

Apesar da cobertura florestal ter apresentado melhora na soma e densidade das bordas (após 1981) e na forma (após 1993), a distância média entre as mesmas tem aumentado aceleradamente desde 1981.

O contraste estrutural entre as manchas de cobertura florestal com as manchas adjacentes - representadas na sua maioria pela classe área urbanizada - tem se tornado cada vez maior, intensificando os efeitos de borda.

Como resposta às questões observadas, recomenda-se além da conservação da cobertura florestal existente, a implantação de medidas capazes de minimizar os efeitos da fragmentação e do isolamento das manchas.

Indica-se como medidas a implantação de uma rede de corredores verdes⁷⁴ e uma maior permeabilidade da paisagem.

Como rede de corredores verdes propõe-se a implantação de espécies nativas ao longo do sistema viário existente, e a proteção/implantação de corredores ripários, não somente à preservação da espécie florestal e animal, mas também a proteção humana, visto à alta vulnerabilidade a enchentes e deslizamentos desses ambientes.

A fim de alcançar maior permeabilidade da paisagem, sugere-se o aumento da densidade dos *stepping-stones*, ou pontos de ligação, a fim de facilitar os fluxos entre as manchas.

Essas medidas deveriam estar associadas a possibilidades de usos públicos e privados, que ampliem a valoração e a vivência dos espaços livres⁷⁵.

Para a sua implantação, pode-se valer de legislações ambientais já existentes, tais como em nível Federal a Lei de Proteção da Mata Atlântica e as Áreas de Preservação Permanente do Código Florestal, e

⁷⁴ Frente à contínua perda de cobertura florestal e isolamento das manchas florestais da Bacia, os corredores verdes tornam-se essenciais para a preservação e restauração dos habitats, pois permanecem como elementos contínuos na paisagem. Além de auxiliarem na proteção da biodiversidade - através da conexão das manchas florestais - podem contribuir com o gerenciamento dos recursos hídricos, através da melhora da qualidade da água e no controle das enchentes; na conservação do solo, com a contenção da erosão; na estabilidade das encostas; na amenização do microclima; na melhora da qualidade estética da paisagem; nas atividades recreacionais; e na promoção da coesão social entre as comunidades.

⁷⁵ A utilização pela coletividade é estratégica para a proteção dos recursos ambientais. A apropriação coletiva favorece o sentimento de pertencimento pela população, que passa a ser sua principal guardiã (MELLO, 2008).

em nível Municipal as Áreas não edificáveis e não aterráveis (ANEAS) e a Zona de Proteção Ambiental (ZPA), previstas pelo Plano Diretor.

O conhecimento das normas legais aplicáveis à cobertura florestal é essencial para que as ações de restauração da vegetação da mata atlântica sejam adequadamente planejadas e conduzidas.

É necessário que os órgãos responsáveis pela conservação ambiental adotem uma postura rígida no sentido de preservarem as florestas que ainda restam, e que a população em geral seja conscientizada sobre a importância de sua preservação.

A manutenção, conservação e ampliação das áreas verdes urbanas constituem uma das principais estratégias para a melhoria da qualidade ambiental e de vida associada ao ambiente urbano.

6.2 QUANTO AOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em relação aos procedimentos metodológicos, pode-se concluir que os conceitos e métodos da ecologia da paisagem, associados às técnicas de geoprocessamento constituíram numa importante ferramenta para a análise da estrutura da paisagem, sendo de grande importância para o diagnóstico, planejamento e proposição de estratégias de conservação da cobertura florestal. Estas ferramentas deveriam estar associadas a planos de uso e ocupação do solo ou planos de bacia hidrográfica.

Embora tenha sido necessário tempo dispendioso para o georreferenciamento e interpretação visual das séries históricas de fotografias aéreas e imagem de satélite, estas representaram um documento cartográfico muito importante para a compreensão do processo de antropização da paisagem da bacia.

As séries históricas de fotografias aéreas e imagens de satélite minimizam os problemas causados pela subjetividade do desconhecimento do território. A maioria das cidades brasileiras não utiliza essa técnica para a avaliação e planejamento de sua paisagem, causando divergência de informações.

Buscou-se com a pesquisa um entendimento global sobre o processo de antropização da paisagem em nível de bacia. Devido ao grande número de cenários trabalhados e ao tempo dispensado no processo de interpretação visual, não se pôde avançar para uma escala

de detalhe, a nível de lotes, ruas e drenagem, e com a caracterização do número de espécies florestais.

Somam-se a estas limitações, à dificuldade de obtenção de dados da bacia, principalmente dados históricos e socioeconômicos.

Trabalhar com a bacia hidrográfica permitiu ampliar a percepção dos processos que se relacionam com a cobertura florestal. Apesar de ser considerada a unidade geográfica ideal para o planejamento, é importante salientar que a sua delimitação pode levar a exclusão de aspectos significativos da paisagem. Suas divisas são geralmente insuficientes para determinar, por exemplo, os fluxos da fauna e da flora, do clima e dos seres humanos.

Por fim, trabalhar os conceitos e abordagens da Ecologia da Paisagem representou um grande desafio pessoal e profissional, e que não se encerra com esta dissertação. Devido à amplitude do tema, surgiu uma série de possibilidades a serem futuramente pesquisadas, e que completariam as presentes questões, as quais serão apresentadas na próxima seção.

6.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A fim de ampliar o conhecimento referente à temática abordada, recomenda-se para novos trabalhos:

- a) Realização de mais pesquisas sobre a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Fortaleza, principalmente em relação aos aspectos históricos e socioeconômicos;
- b) Ampliação do estudo para as demais bacias hidrográficas do município, construindo um arcabouço maior de informações sobre a paisagem a nível municipal, fundamental para a construção de políticas de desenvolvimento;
- c) Simulação e proposição de cenários futuros para a área de estudo, avaliando-se comparativamente as opções por meio de medidas da ecologia da paisagem;

- d) Apreensão da paisagem da Bacia do Ribeirão Fortaleza em outras escalas espaciais, gerando informações a nível de lotes, ruas e drenagem;
- e) Avaliação das alterações ocorridas nas medidas da ecologia da paisagem conforme se varia a resolução espacial;
- f) Aplicação de outros métodos de classificação digital de fotografias e imagens aéreas, a fim de comprovar a riqueza de detalhes obtida com a interpretação visual;
- g) Delimitar e quantificar – a partir dos vetores de cursos de água da restituição aerofotogramétrica digital e dos mapas temáticos de ocupação do solo – a dinâmica da ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente;
- h) Desenvolvimento de pesquisas para compreensão dos entraves na aplicação da legislação ambiental para proteção de florestas e demais formas de vegetação nas áreas urbanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. O sítio urbano de Blumenau e suas implicações para o planejamento regional - um alerta. In: 5ª Reunião Especial da SBPC.

Anais. Blumenau: Editora da FURB, 1997.

ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná.** 2008. 72p. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

ANDERSON, P.S. **Fundamentos para fotointerpretação.** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982. 136p.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: A Management Perspective.** Ottawa: WDL Publications, 1989. 294p.

ASSUNÇÃO, L. G.; ZIMMERMANN, C. E. Florestas ciliares urbanas como corredor ecológico para a conservação da biodiversidade. In: IX Congresso Brasileiro de Ecologia, 2009, São Lourenço. **Anais...** 2009. p.1-3.

AUMOND, J. J. ; ROGÉRIO, P. R. ; BACCA, L. E. A cobertura vegetal e o seu papel na estabilidade nas encostas. In: Lynn M. Highland; Peter Bodrowsky; Juarês José Aumond; Paulo R. G. Rogério. (Org.). **O Manual de Deslizamento: Um guia para a compreensão de deslizamentos.** 2ª ed. Blumenau: Edifurb, 2011, p. 157-164.

AUMOND, J. J. ; SEVEGNANI, L. ; TACHINI, M. ; BACCA, L. E. Condições naturais que tornam o vale do Itajaí sujeito aos desastres. In: FRANK, B.; SEVEGNANI, L.. (Orgs.). **Desastre de 2008 no vale do Itajaí: Água, Gente e Política.** Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009, p.22-37.

AWADE, M.; METZGER, J. P. Importance of functional connectivity to evaluate the effect of habitat fragmentation for three Atlantic rainforests birds. **Austral Ecology**, n. 33, p. 863–871, 2008.

BACCA, L. E. Meio Ambiente em Blumenau: da Pré-História à História. In: **Blumenau em Cadernos Edição Especial 50 anos**. Blumenau: Fundação Cultural de Blumenau, 2007, p.20-56.

BACKES, P.; IRGANG, B., **Árvores do Sul**: guia de identificação e Interesse Ecológico. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002. 326p.

BRANDT, A.C.C.; STEINBACH, A.M.; FRANK, B.; KANGERSKI, K.W.; SEDLACEK, L.M.P.; RUDOLPHO, L.S. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí: para que a água continue a trazer benefícios para todos**: Caderno Síntese/ Comitê do Itajaí. Blumenau: Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, 2010. 80p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

BRASIL. **Decreto nº 750**, de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançados e médio de regeneração da mata atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

BRASIL. **Decreto nº 6.660** de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

BRASIL. **Decreto nº 23.793**, de 23 de janeiro de 1934. Approva o código florestal que com este baixa. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

BRASIL. **Decreto nº 99.547**, de 25 de setembro de 1990. Dispõe sobre a vedação do corte, e da respectiva exploração da vegetação nativa da mata atlântica e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

BRASIL. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma mata atlântica e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

BRASIL. **Medida Provisória nº 571**, de 25 de maio de 2012. Altera a Lei nº 12.651/2012. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. CARVALHO, C.S.; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T. (orgs). Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007. 176p.

BULL, G. **Ecosystem Modelling with GIS**. Environmental Management, v. 3, n. 18, p. 345-349, 1994.

BUREL, F.; BAUDRY, J. **Ecologia del paisaje**. Madrid: Artes Gráficas Cuesta, 2002. 353p.

CAMPANELLI, M.; SCHAFFER, W.B. **Mata Atlântica**: Patrimônio Nacional dos Brasileiros. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Floresta. Brasília: MMA, 2010. 408p.

CAPOBIANCO, J. P. R.; LIMA, A. R. A evolução da proteção legal da Mata Atlântica. In: LIMA, A. R.; CAPOBIANCO, J. P. R. (org.). **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação**. São Paulo: Instituto Socioambiental, nº 004, p. 7-16, 1997.

COLLI, G.R.; ACCACIO, G. de M.; ANTONINI, Y.; CONSTANTINO, R.; FRANCESCHINELLI, E. V.; LAPS, R. R.; SCARIOT, A.; VIEIRA, M. V.; WIEDERHECKER, H. C. A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese. In: RAMBALDI, D. M. e OLIVEIRA, D. A. S. de (orgs.) **Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003, p.317-324.

COMITÊ DO ITAJAÍ. **Plano de recursos hídricos da bacia do Itajaí**: para que a água continue a trazer benefícios para todos. Blumenau: Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, 2010. 80p.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1993. 170p.

CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A.J.T; CUNHA, S.B.(Org.). **Geomorfologia - uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p.211-252.

DEAN, W. **A ferro e fogo**. A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484p.

DEEKE, J. **O município de Blumenau e a história de seu desenvolvimento**. Blumenau: Nova Letra, 1995. 295p.

DRAMSTAD, W. E.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T. **Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning**. Washington: Island Press, 1996. 80p.

DURLO, M.A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia**: manejo biotécnico de cursos de água. Porto Alegre: Ed. EST, 2005. 189p.

EHLERS, M. Sensoriamento remoto para usuários de SIG - Sistemas Sensores e Métodos: entre as exigências do usuário e a realidade. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Org.). **Sensoriamento Remoto e SIG avançados - novos sistemas sensores: métodos inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, p.19-38.

FISRWG [FEDERAL INTERAGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP]. **Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices**. 1998. Disponível em: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/stream_restoration/>. Acesso em: 12 dez. 2010.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 632p.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619p.

FRANK, B.; LIBERATO Jr., G.; SEDLACEK, L. **O movimento das águas: a construção de uma política sustentável de proteção da água na bacia do Itajaí**. Blumenau: Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, 2008. 107p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS, 2010. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2008-2010**. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas-relatorio2008-2010parcial.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2011.

GHODDOSI, S. M.; TORRES, F. S.; MONTEBELLER, T. **Levantamento florístico da Bacia do Ribeirão Fortaleza em Blumenau - SC**. Blumenau: Relatório Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, 2010. 16p.

GUISARD, D. M. P.; KUPLICH, T. M.; MORELLI, A. F. Análise da cobertura florestal do município de São José dos Campos entre 1973 e 2004 utilizando sensoriamento remoto e ecologia de paisagem. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis, 2007, p. 1691-1698.

IBGE [INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 jan. 2011.

KRAMER, H. J. **Observation of Earth and its environment:** survey of missions and sensors. Berlin: Springer-Verlag, 1996. 960p.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG.** KUX, H. [trad.]. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424p.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto.** Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006. 908p.

LOCH, C. **Monitoramento global e integrado de propriedades rurais a nível municipal, utilizando técnicas de sensoriamento remoto.** 1988. 158p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MARSH, W.M. **Landscape Planning:** Environmental Applications. 3ª ed. New York, 1997. 434p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 143p.

MASCARÓ, J. L. **Manual de Loteamentos e Urbanização.** 2ª Ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1997. 237p.

MCGARIGAL, K; MARKS, B. J. **Fragstats:** spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122p.

MEDEIROS, Rodrigo. **Evolução das Tipologias e Categorias de Áreas Protegidas no Brasil.** Ambiente & Sociedade – Vol. IX nº. 1 jan./jun. 2006. Disponível em www.scielo.br/pdf/asoc/v9n1/a03v9n1.pdf. Acesso em 10 dez. 2011.

MEFFE, G. K.; CARROLL, R. **Principles of conservation biology.** Sunderland: Sinauer Ass, 1994. 600p.

MELLO, E.T.O. **Método apoiado para escolha de sensores orbitais para aplicações em gestão ambiental.** 2008. 159p. Tese (Doutorado em

Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MELLO, S.S. **Na beira do rio tem uma cidade:** urbanidade e valorização dos corpos d'água. 2008. 348p. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Universidade de Brasília, Brasília.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** Biota Neotropica, Campinas, vol. 1, n. 1/2, dez. 2001. Disponível em: <http://www.uel.br/cca/agro/ecologia_da_paisagem/cursos/biota_paisagem.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2010.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 71, n. 3-I, p. 445-463, 1999.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção.** 2003. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008034002.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção.** 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2011.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** São José dos Campos: INPE, 2001. 250p.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2005. 320p.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. **Landscape ecology:** theory and application. New York: Springer-Verlag, 1994. 360p.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto:** Princípios e Aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 1992. 308p.

ODUM, E.P.; BARRET, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 612p.

PELLEGRINO, P. R. M. Pode-se Planejar a Paisagem? Paisagem e Ambiente: Ensaios, n. 13, p. 159-179, 2000.

PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; THALÊS, M.C.; ROBERTS, D.A.; VENTURIERI, A.V. **Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia**. Geografia, v. 26, n. 1, p. 59-90, 2001.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328p.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento**. Tecnologia Transdisciplinar. 2ªed. Juiz de Fora: UFJF, 2002. 219 p.

SANTA CATARINA. **Lei nº 10.472**, de 12 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política florestal do Estado de Santa Catarina e adota outras providências. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675**, de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. **Biological consequences of ecosystem fragmentation**: a review. Conservation Biology, v. 5, p. 18-32, 1991.

SCARIOT, A.; FREITAS, S. R. de; NETO, E. M.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA, L. C. de; SANAIIOTTI, T.; SEVILHA, A. C.; VILLELA, D. M. Vegetação e Flora. In: RAMBALDI, D. M. e OLIVEIRA, D. A. S. de (orgs.) **Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003, p.103-123.

SCHAFFER, W.B.; PROCHNOW, M. Mata Atlântica. In: SCHAFER, W.B.; PROCHNOW, M.(org) **A Mata Atlântica e você: como preservar**,

recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Brasília: APREMAVI, 2002, p.12-44.

SCHULT, S. I. M. ; PINHEIRO, Adilson . Ocupação e controle de áreas urbanas inundáveis. In: Beate Frank; Adilson Pinheiro. (Org.).

Enchentes na Bacia do Itajaí: 20 anos de experiências. Blumenau: Editora da FURB, 2003, p. 173-190.

SEVEGNANI, L. Vegetação da Bacia do Rio Itajaí em Santa Catarina. In: SCHÄFFER, W. B., PROCHNOW, M. (org.). **A Mata Atlântica e você:** como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Brasília: APREMAVI, 2002, p.85-102.

SIEBERT, C. (Des)controle urbano no Vale do Itajaí. In: FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (org.) **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí:** água, gente e política. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009, p.38-51.

_____. A evolução urbana de Blumenau: a cidade se forma (1850 - 1938). In: THEIS, I.M.; MATTEDI, M.A.; TOMIO, F.R.L (org). **Nosso passado (in) comum.** Contribuições para o debate sobre a história e a historiografia de Blumenau. Blumenau: Edifurb e Cultura em Movimento, 2000, p.181-213.

SIGAD [Sistema de Informações Gerenciais de Apoio à Decisão], 2009. Disponível em: <www.furb.br/ips/sigad>. Acesso em: 07 fev. 2011.

SILVA, C. A. da. **Las políticas de intervención en cuencas hidrográficas como estrategia de desarrollo territorial:** um modelo de evaluación aplicado a Brasil. 2000. 357p. Tesis (Doctorat em Geografía Humana) - Universitat de Barcelona, Barcelona.

SILVA, H. S.; SEVERO, D. L. O clima. In: AUMOND, J. J.; PINHEIRO, A.; FRANK, B. (org). **Bacia do Itajaí:** aspectos físicos e biológicos. Blumenau: Edifurb, 2009 (no prelo).

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia:** ciência e aplicação. 4.ed. Porto Alegre: EDUFRGS, 2007, p.35-51.

SPIRN, A. W. **O Jardim de granito: a natureza no desenho da cidade.** São Paulo: Edusp, 1995. 345p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas.** 4ª ed. Brasília: Ministério das Cidades, 2005. 194p.

VALENTE, R.O.A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP.** 2001. 144p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

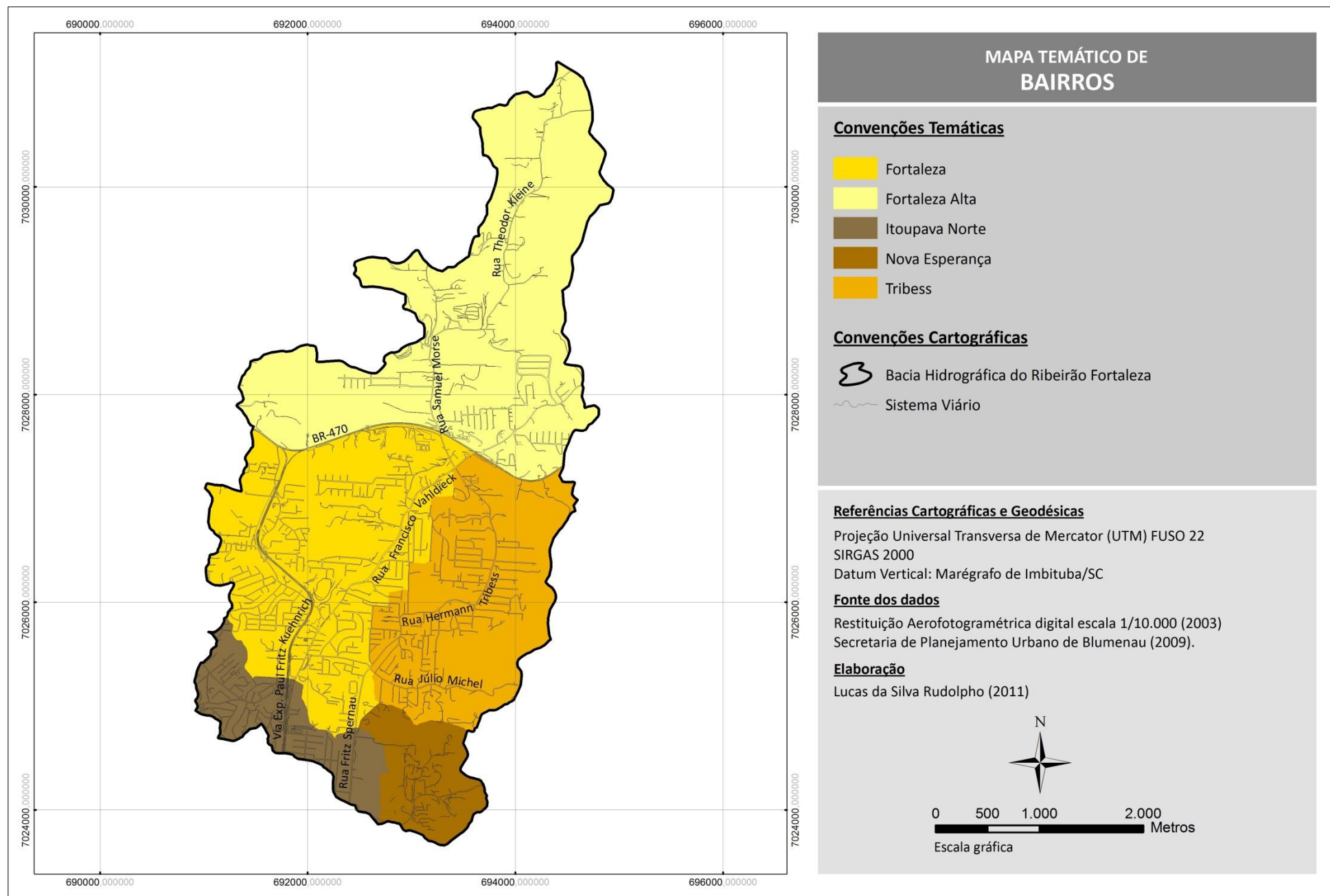
VIBRANS, A. C. **A cobertura florestal da bacia do rio Itajaí - elementos para uma análise histórica.** 2003. 239p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

VEDOVELLO, E. MACEDO, E. S. Deslizamentos de encostas. In: SANTOS, R.F.(org.) **Vulnerabilidade Ambiental: Desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007. p.75-93.

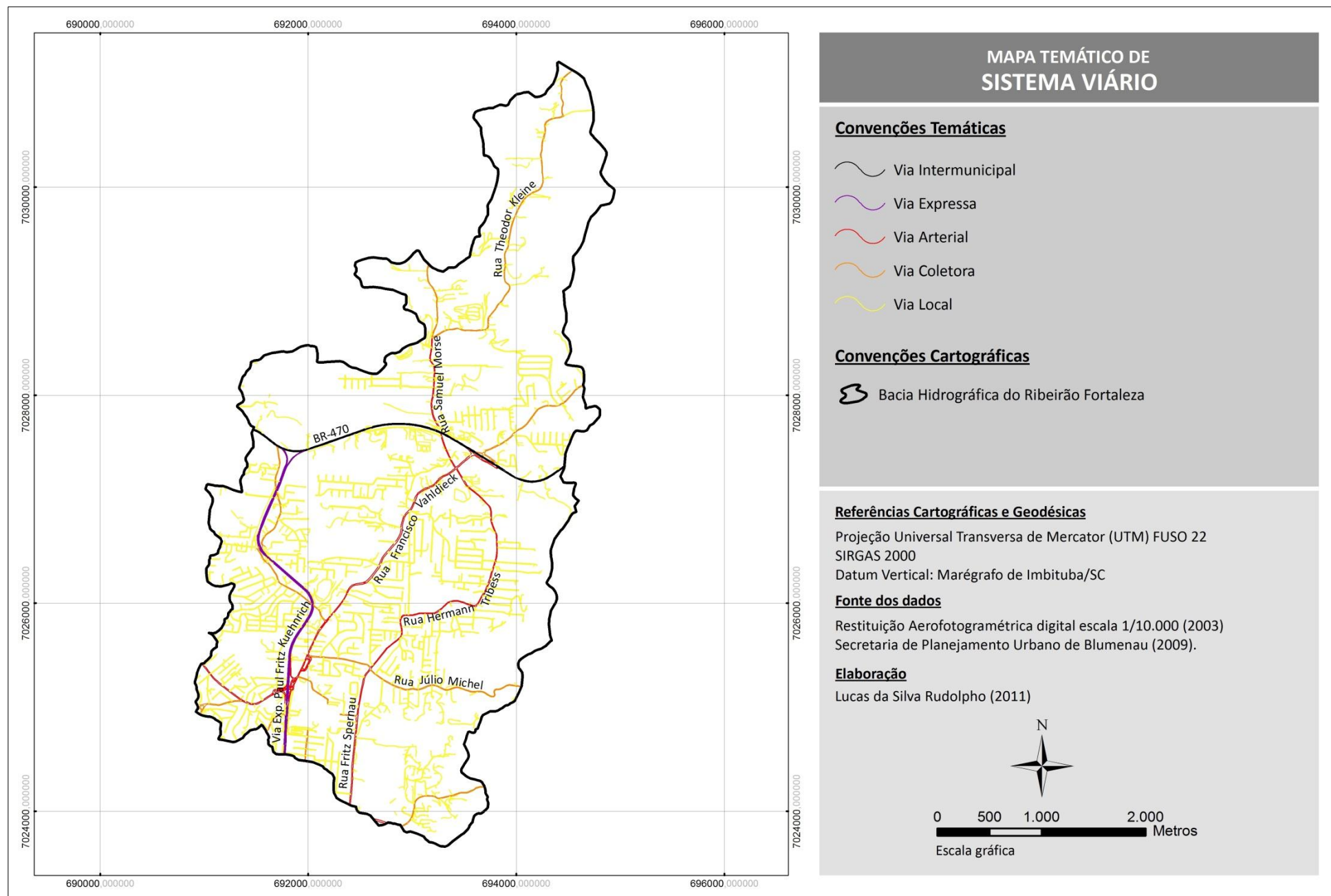
XAVIER, F. F. Caracterização Geotécnica do Município de Blumenau: Dados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 8, Rio de Janeiro. **Anais...**1996. p.561-567.

YOUNG, R.H.; GREEN, D.R.; COUSINS, S. **Landscape ecology and geographic information systems.** New York: Taylor & Francis, 1993. 288p.

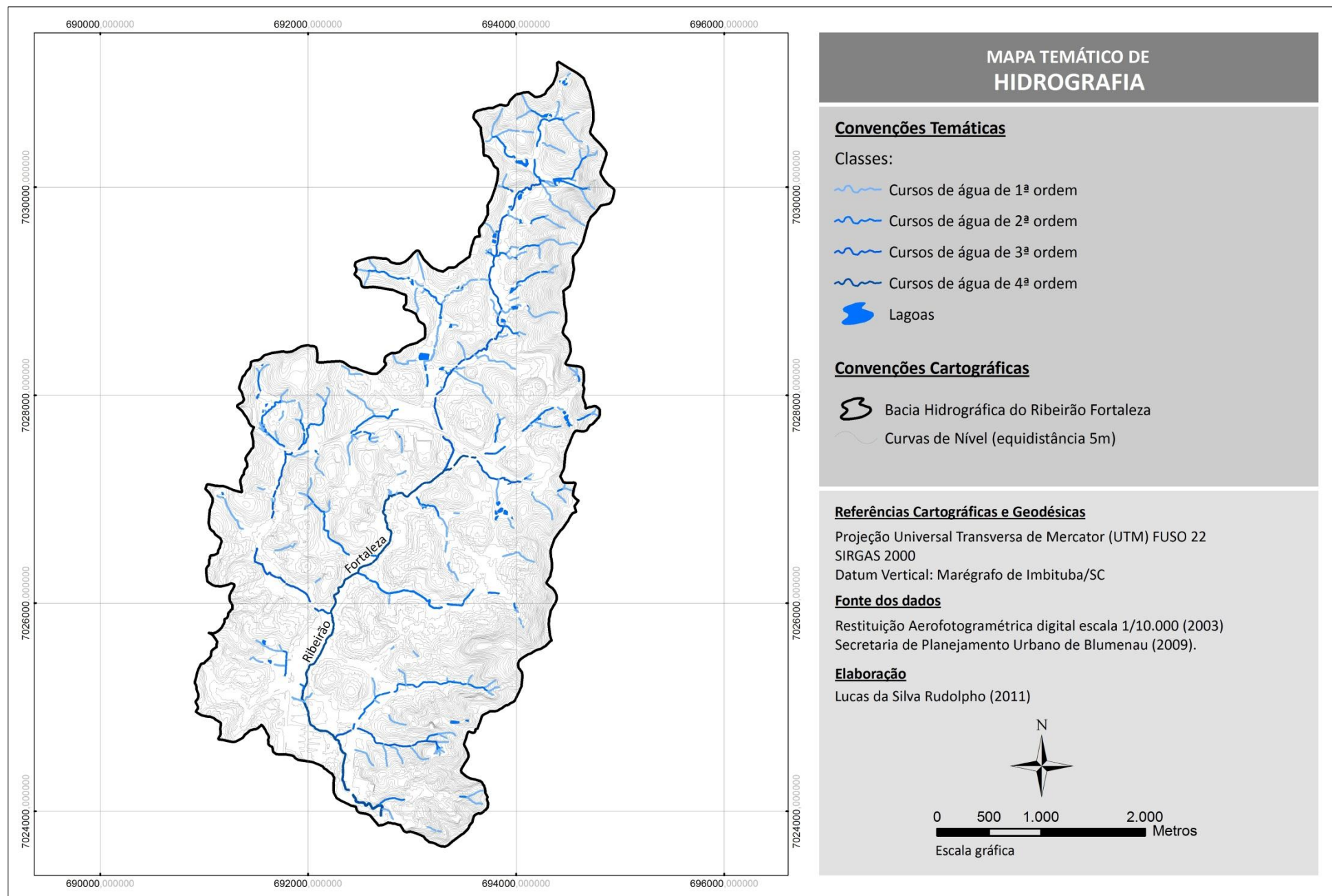
APÊNDICES



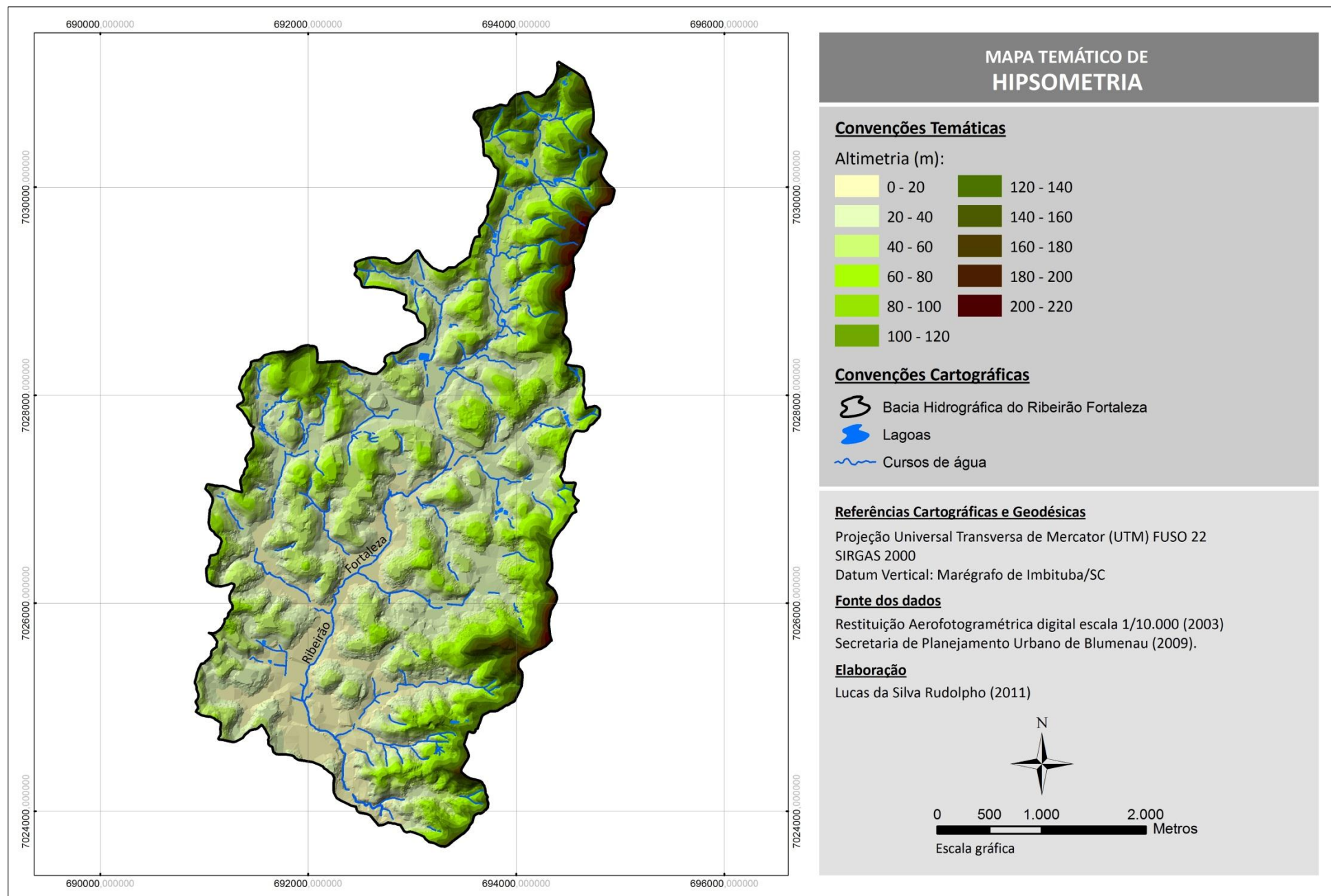
APÊNDICE A - Mapa Temático de Bairros.



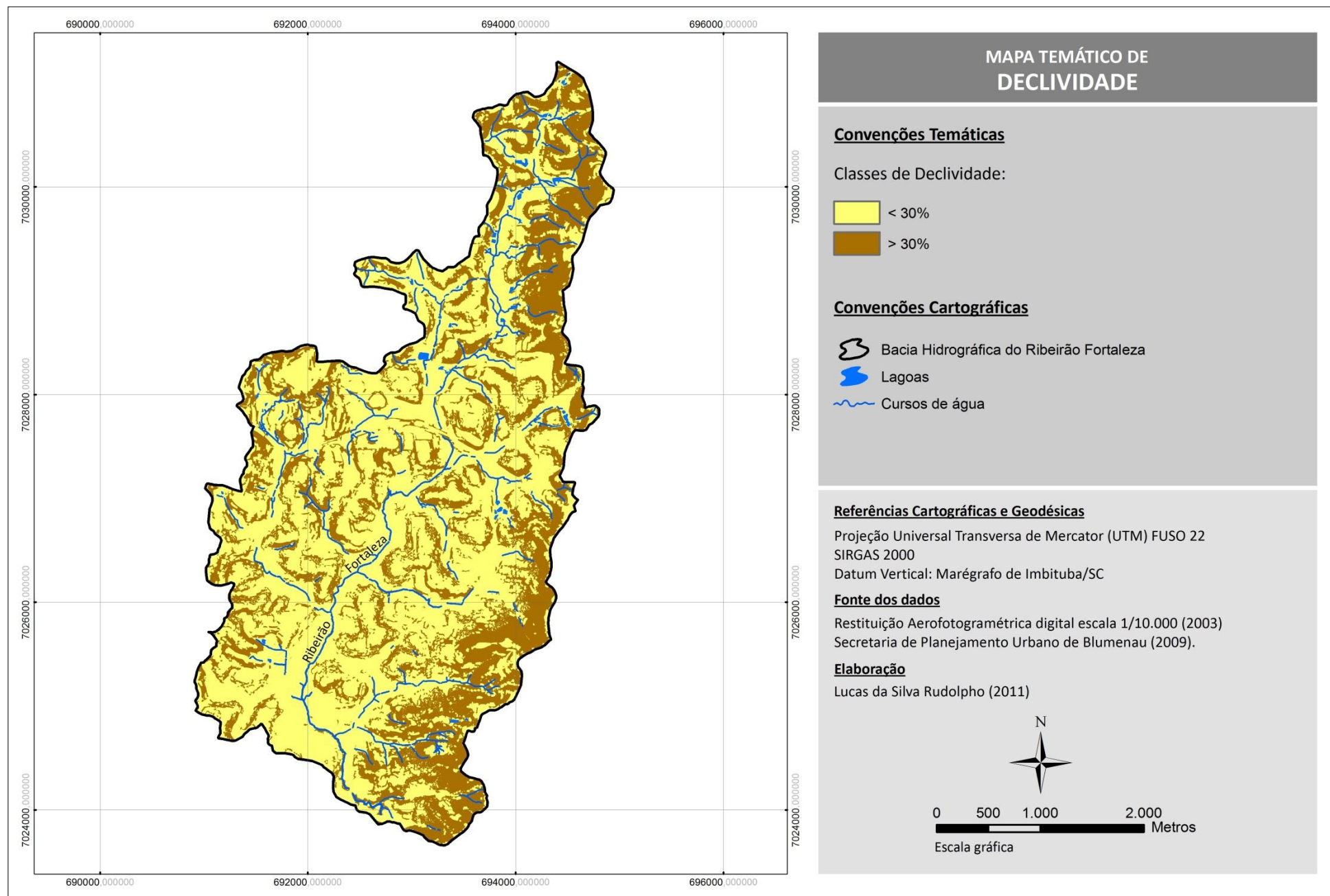
APÊNDICE B - Mapa Temático de Sistema Viário.



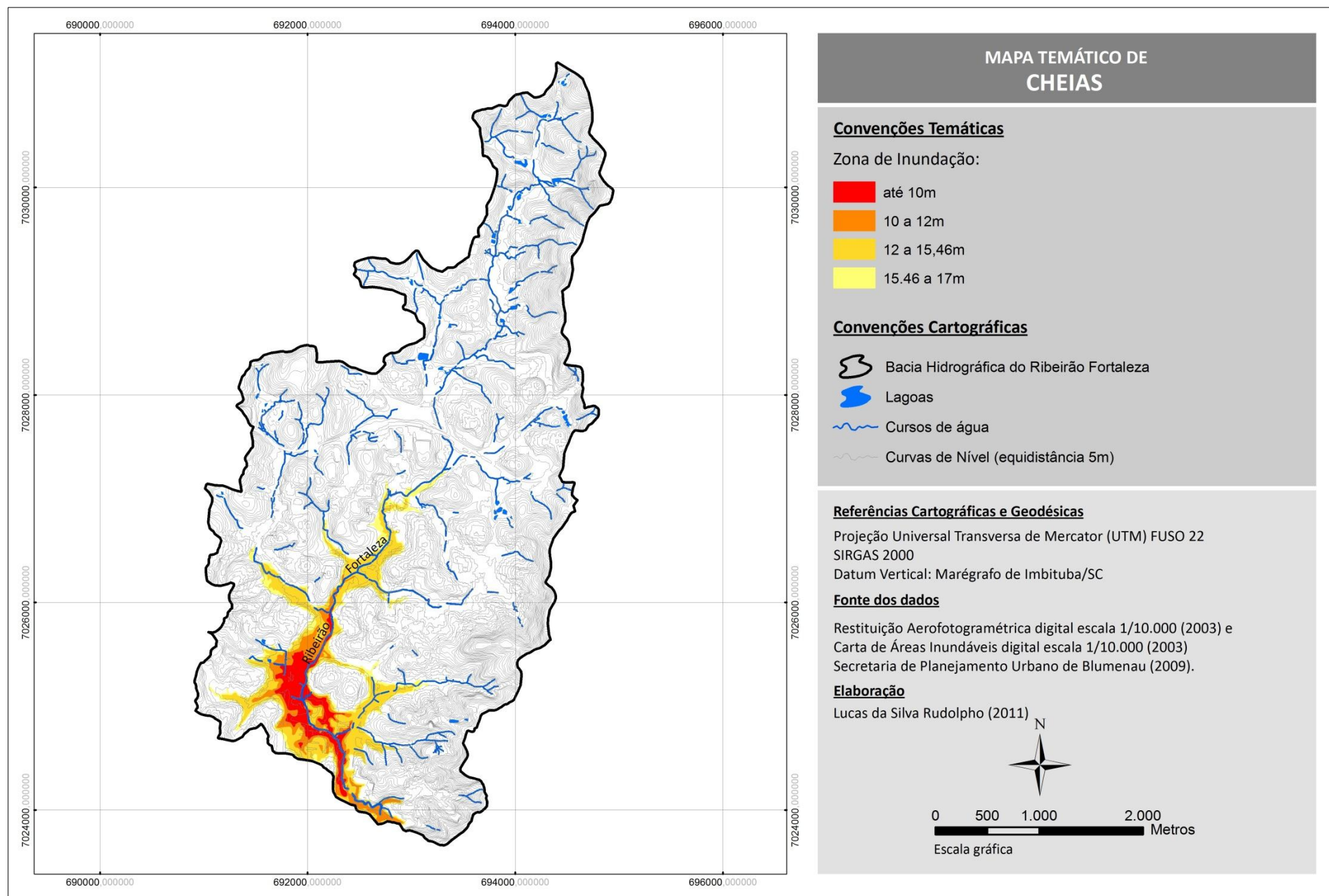
APÊNDICE C - Mapa Temático de Hidrografia.



APÊNDICE D - Mapa Temático de Hipsometria.



APÊNDICE E - Mapa Temático de Declividade.



APÊNDICE F - Mapa Temático de Cheias.

ANEXOS

ANEXO A: Relação das espécies nativas amostradas na Bacia do Ribeirão Fortaleza. Fonte: GHODDOSI, TORRES, MONTIBELLER (2010).

Família	Nome Científico das Espécies	Nome Popular
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira-vermelha
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	aracaticum
	<i>Guatteria australis</i> St. Hil.	cortiça
	<i>Rollinia rugulosa</i> Schitdi.	cortiça
	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	pindaíba, pindaubuna
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana australis</i> Müll.Arg.	jasmim-pipoca, leiteiro
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i> (A.) D. & P.	mandioqueiro
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmitheiro, juçara
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	coqueiro-jervá, jervá
Asteraceae	<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	vassourão-preto
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	grandiúva-pólvora
	<i>Aparisthmium cordatum</i> (Juss.) Baill.	tanheiro
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	leiteiro ou pela-cavalo
	<i>Gymnanthes concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	laranjeira-do-mato
	<i>Pera glabrata</i> (Schott) M. Arg.	seca ligeiro
	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	leiteiro
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	branquilha
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	pau-angelim
	<i>Bauhinia candicans</i> Benth.	pata-de-vaca
	<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá, ingá-feijão
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	ingá, ingá-macaco

	<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	pau-angu, jacarandá-de-espinho
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	silva ou maricá
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	pau jacaré
	<i>Platymiscium floribundum</i> Vog.	caroba-vermelha
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	guapuruvu, guapuruvu
	<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	falsa espinheira santa
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	gaioleiro
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	canela-branca
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	canela graruva
	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	canela
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	sassafrás
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela-sebo
Magnoliaceae	<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	baguaçu
Melastomataceae	<i>Miconia cabussu</i> Hoehne	cabussu, pixiricão
	<i>Miconia cinnamofolia</i> (DC.) Naud.	jacatirão, jacatirão-açu
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana, canharana
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro, cedro-rosa
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	catingá-morcego
	<i>Trichilia casarettoi</i> C. DC.	guatiguá morcego
Moraceae	<i>Ficus organensis</i> Miq.	Figueira
Myristicaceae	<i>Virola bicuhyba</i> (Schott) Warb.	bicuíba
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	capororoca
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	caporocão, capororoca
Myrtaceae	<i>Calyptanthus lucida</i> Mart. ex DC.	guamirim
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg.	guabiroba-do-mato
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitanga-do-mato
	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	grumixama-preta

	<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	guamirim-burro
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá, araçá-vermelho
	<i>Marlierea tomentosa</i> Camb.	guaporonga, araçarana
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	guamirim-miúdo
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	licurana, iricurana
Phytolaccaceae	<i>Seguiera langsdoeffii</i> Moq.	limoeiro do mato
Rubiaceae	<i>Bathysa australis</i> (A. St.-Hil.) Benth. & Hook. f.	macaqueiro
	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) M. Arg.	pimenteira
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica de cadela
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess & A. Juss.) Radlk.	chao-chao
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatá-vermelho
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	camboatá-branco
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	ãoita cavalo
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	embaúba, embaúva
Verbenaceae	<i>Citharexylum myriathum</i> Cham.	tucaneira, tarumã

ANEXO B: Relação das espécies exóticas amostradas na Bacia do Ribeirão Fortaleza. Fonte: GHODDOSI, TORRES, MONTIBELLER (2010).

Família	Nome Científico das Espécies	Nome Popular
Araliaceae	<i>Schefflera</i> spp.	schefflera
Arecaceae	<i>Archontophoenix alexandrae</i> (F. Muell.) H. Wendl. & Drude	palmeira real
	<i>Livistona chinensis</i> (Jack.) R. Br. ex. Mart.	leque chinês
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) ex. Kunth	amarelinho
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L	sombreiro
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	mamona
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	flamboyant
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	abacate
Magnoliaceae	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	champaca

Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (St.-Hill.) Ravenna	paineira
	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	hibiscus
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	figueira
	<i>Morus nigra</i> L.	amoreira preta
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> spp.	eucaliptus
	<i>Psidium guajava</i> L.	goiaba
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	jabolão
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	ligustrum
Pinaceae	<i>Pinus</i> spp.	pinus
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn.	grevilia
Rosaceae	<i>Prunus</i> spp.	ameixa
Rutaceae	<i>Citrus</i> spp.	-
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Kunth	chorão